JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION :

Un an, pour la France.................. 20 fr.
— pour l'étranger.................. 24 fr.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre ;

2° L'*analyse* et l'*appréciation* des travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères ;

3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale*, dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie ;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie GERMER BAILLIÈRE, rue de l'École-de-Médecine, 17.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR

M. CHARLES ROBIN

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie impériale de médecine.

PREMIÈRE ANNÉE

1864

PARIS

GERMER BAILLIÈRE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

Londres
Hipp. Baillière, 219, Regent street

New-York
Baillière Brothers, 440, Broadway

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DEL PRINCIPE ALFONSO, 16

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

CONSIDÉRATIONS SUR LA PHILOSOPHIE

ET APPLICATIONS A LA MÉDECINE D'UNE MÉTHODE EMPLOYÉE A RECHERCHER LA CAUSE DES DIFFÉRENCES QUE PRÉSENTENT LES EAUX NATURELLES DONT ON FAIT USAGE EN TEINTURE (1)

PAR M. E. CHEVREUL

Membre de l'Institut

PREMIÈRE PARTIE. — De la philosophie distinguée en PHILOSOPHIE MORALE et en PHILOSOPHIE NATURELLE. — DEUXIÈME PARTIE. — Application de ces considérations à la méthode chimique employée dans le quatorzième mémoire et étendue à l'examen critique de l'usage des eaux médicinales en thérapeutique.

PREMIÈRE PARTIE.

CONSIDÉRATIONS SUR LA PHILOSOPHIE NATURELLE.

1. On s'étonne souvent de la grande différence d'opinion qui partage les hommes les plus distingués dans des questions en dehors de la religion, de la politique et des intérêts personnels; l'étonnement cesse lorsque, en en recherchant la cause, on vient à reconnaître combien diffèrent les points d'où l'on est parti res-

(1) *Appendice aux douzième, treizième et quatorzième mémoires des Recherche chimiques sur la teinture*, par M. E. Chevreul.

pectivement pour raisonner. C'est, je crois, le résultat auquel on arrive quand on remonte à la cause des opinions diverses qui règnent sur le genre des relations que peuvent avoir les sciences positives avec ce qu'on appelle communément la *philosophie*.

2. La plupart des savants qui se sont occupés de la culture des sciences exactes avec assez de succès pour s'illustrer et attacher leur nom à des découvertes, accordent une faible part à l'intervention de la philosophie dans les recherches de leur ressort, sachant comment leurs yeux se sont ouverts devant l'inconnu, comment ils ont fait leurs découvertes, et sachant encore qu'aucune règle, qu'aucune formule émanée de la philosophie n'a jamais servi de fil conducteur pour faire trouver une vérité du domaine des sciences qu'ils cultivent.

3. D'un autre côté, que l'on demande à beaucoup de personnes occupéesprincipalement de philosophie quelle est leur opinion sur l'importance des sciences positives, généralement la réponse sera peu favorable, et la prévention de quelques-unes ira jusqu'à prétendre qu'entre la philosophie et les sciences positives la différence est aussi grande que l'est l'importance relative des objets dont elles s'occupent respectivement ; la philosophie se consacre aux sujets les plus élevés, à la connaissance de *Dieu*, de l'*âme*, de l'*esprit*, de l'*intelligence*, tandis que les sciences sont restreintes à l'étude de la seule matière !

4. En cherchant la source d'une opinion dont ces personnes ne se rendent pas toujours compte à elles-mêmes, avec quelque réflexion on la découvre bientôt. En effet, la philosophie, chez les Grecs, renfermait toutes les connaissances humaines de l'ordre le plus élevé, mais à des états bien divers de développement ; les unes, comme les mathématiques, avaient déjà le caractère scientifique, lorsque les autres, comme la physique et la chimie, n'y existaient pour ainsi dire qu'à l'état de germe plus ou moins latent. Au point de vue de la science du raisonnement, que représentait donc cette philosophie ancienne ? Elle était l'ensemble de toutes les connaissances que l'homme peut acquérir par la réflexion que provoque la simple observation des phénomènes du monde moral et du monde physique.

5. Or, parmi ces connaissances, celles qui se rapportent à la grandeur, soit continue comme l'espace, soit discontinue comme le nombre, connaissances qui n'ont besoin, en définitive, que de quelques données empruntées au monde physique, ont pu revêtir, dès cette époque reculée, d'après un raisonnement sévère, le caractère scientifique dont sont empreints incontestablement les œuvres d'Euclide et d'Archimède. Mais quand il s'agit de la physique, et à plus forte raison de la chimie, en un mot, des connaissances modernes dont la qualification d'*expérimentales* est inséparable, il ne faut plus parler de la philosophie ancienne. Certes, je ne dirai pas que l'expérience fut absolument étrangère aux anciens, car ils n'ont pu exécuter plus d'une machine ingénieuse sans y recourir ; mais je veux dire que dans leurs ouvrages de philosophie, on ne voit pas qu'ils aient institué aucun système d'expériences propres à résoudre des questions du ressort de la physique et de la chimie; et l'on s'explique d'ailleurs ce fait en se reportant à l'état de leur civilisation et à la constitution de leur société. L'antiquité, comme le moyen âge, faisait peu de cas des arts que nous appelons aujourd'hui mécaniques, physiques et chimiques; ceux qui les pratiquaient étaient souvent des esclaves. Les philosophes, en dédaignant ces arts et les ouvriers, se trouvaient par là même réduits à l'impossibilité de profiter des moyens qui, dans les temps actuels, exercent pourtant une si grande influence sur les progrès des sciences d'observation et d'expérience, par les instruments de précision de tout genre qu'une industrie perfectionnée fournit à toutes les classes de la société moderne.

6. Enfin, le principe d'autorité, si puissant dans chaque école de philosophie, tendait à restreindre l'enseignement au cercle parfaitement circonscrit des idées du maître, et je reconnais que, si la Grèce n'eût formé qu'un seul État, ne comptant qu'un seul enseignement, qu'un seul système de philosophie, jamais cette nation n'aurait exercé l'influence qu'elle a eue sur la civilisation moderne. Mais tant qu'elle fut florissante et maîtresse d'elle-même, elle se composait d'États indépendants, où tous les systèmes de philosophie pouvaient avoir leur organe, et c'est grâce

à cette indépendance de la pensée et à l'heureuse organisation de ses peuples que la Grèce offre au monde intellectuel des modèles accomplis dans les branches des connaissances humaines accessibles au pur raisonnement, aussi bien que dans les lettres et les arts.

7. Mais, je le répète, si la philosophie trouvait dans l'indépendance des États en lesquels la Grèce était divisée et subdivisée, la liberté de l'enseignement de tout système, cet enseignement, quel qu'en fût l'objet, affectait la *forme dogmatique;* le principe de l'autorité régnait donc sur tous les élèves qui voulaient s'instruire de la doctrine d'un maître; et dans les discussions auxquelles diverses doctrines pouvaient donner lieu, le raisonnement seul parlait à l'exclusion de l'expérience. Si, dans ces écoles, il existait aussi des sciences de pur raisonnement, comme les mathématiques, il existait aussi des enseignements incapables de se prêter à des démonstrations rigoureuses, mais entretenant cependant l'esprit des idées les plus élevées concernant la cosmogonie, la constitution de la matière, la nature morale de l'homme, la législation et la nature divine!

8. Telles étaient donc la grandeur et l'étendue du champ que cultivait la philosophie grecque.

9. Quelle fut et quelle dut être la conséquence d'un tel état de choses à mesure que le temps apporta de nouvelles connaissances à la société, que les branches de la philosophie, sorties d'un même tronc, s'étendirent en se ramifiant elles-mêmes de plus en plus, et qu'il apparut de nouvelles branches qui ne virent pas ceux qui dans l'origine avaient cultivé l'arbre philosophique de la Grèce? C'est que tant de faits s'accumulèrent, et un trop grand nombre se coordonnèrent en groupes divers, pour rester unis désormais de manière à maintenir cet arbre allégorique représentant les connaissances de la philosophie grecque.

10. La philosophie grecque s'est donc appauvrie par le fait même du progrès des connaissances, et aussi à cause de la faiblesse de l'esprit qui ne permet à l'homme le mieux organisé pour apprendre, de ne saisir et de n'approfondir qu'une faible fraction du savoir auquel arrive la science humaine, embrassant

toutes les vérités acquises par l'ensemble des individus composant le genre humain !

11. La philosophie grecque, en perdant les mathématiques, fut privée de la seule de ses connaissances qui montre le raisonnement dans la plénitude de sa force, parce qu'elle le montre dans ce qui est essentiellement vrai, et comme l'instrument unique capable de formuler des théorèmes admirables, parce qu'ils sont incontestables.

12. La philosophie grecque perdit beaucoup par l'établissement du christianisme, puisque des opinions, des raisonnements, des doctrines même, qui avaient contribué beaucoup à en rehausser l'éclat, cessèrent de lui appartenir, du moins exclusivement, en passant dans la religion prêchée par les apôtres et soutenue de l'esprit et de l'éloquence des Pères des Églises grecque et latine.

13. En tenant compte maintenant de la cosmogonie, de la physique, de la chimie, de l'histoire de la nature morte et de la nature animée, qui se sont développées en dehors de la philosophie dans les temps modernes, on voit combien le champ de la philosophie actuelle s'est resserré, comparativement à ce qu'il était dans l'antiquité.

Car il est réduit aujourd'hui à quatre parties appelées :

Psychologie, — Logique, — Morale (proprement dite), — Théologie naturelle.

14. Sans entrer maintenant dans aucun examen critique des quatre branches de cette *philosophie*, je la qualifierai de *morale*, afin de la distinguer de la *philosophie* que je qualifierai de *naturelle*, pour éviter la confusion et prévenir tout malentendu.

La *philosophie morale*, véritable fille de la philosophie ancienne, procède de la *méthode à priori*.

Elle procéde d'axiomes et de principes posés d'avance, dont elle déduit des conséquences.

Elle est donc essentiellement dogmatique.

La *philosophie naturelle*, d'origine tout à fait moderne, procède, au contraire, de la *méthode à posteriori*.

Quand elle part, comme la précédente, d'axiomes et de prin-

cipes, il existe une différence extrême entre elles deux relativement à ces principes.

Les principes d'usage dans la *méthode à priori* peuvent être vrais, mais ils peuvent ne pas l'être, et celui qui en fait usage n'est point obligé d'en démontrer la justesse avant d'y recourir.

Les principes d'usage dans la *méthode à posteriori* ne sont reçus qu'à la condition d'avoir été démontrés vrais ; ils diffèrent donc extrêmement des principes usités dans la *méthode à priori*, qui peuvent ne pas l'être, comme je viens de le dire.

15. Maintenant j'ajouterai que le *criterium* de la *méthode à posteriori* est l'expérience, et que, pour bien comprendre la définition de cette méthode, il faut suivre ce raisonnement :

L'esprit observe un phénomène ;

Il en recherche la cause immédiate ;

Puis il soumet son raisonnement à l'expérience pour en contrôler la justesse.

Et c'est parce que l'expérience est ainsi, en définitive, le *criterium*, le *contrôle* de ce que l'induction a déduit de l'observation d'un phénomène, que je nomme *expérimentale* la *méthode à posteriori* ainsi définie.

16. C'est donc la différence de la méthode qui distingue la *philosophie* que je qualifie de *morale*, de la *philosophie* que je qualifie de *naturelle;* et, une fois cette différence nettement posée, on comprend très-bien en quoi les savants qui procèdent, en philosophie naturelle, *du phénomène observé à la recherche de sa cause immédiate*, se distinguent des philosophes proprement dits, partant d'un principe vrai, suivant eux, mais qui, en réalité, peut ne pas l'être. J'ai hâte de dire que je restreins la comparaison à des questions qui sont en dehors de l'*existence de Dieu* et de l'*existence de l'âme*, et même en dehors des *principes de la morale*, parce que je ne comprends pas la discussion sur des sujets que je considère comme les bases des sociétés humaines, et que je respecte également la *liberté* et la *tolérance*, mots qui, à mon sens, n'expriment pas deux idées indépendantes, mais deux idées relatives, dont l'une, la *liberté*, doit toujours avoir

pour conséquence nécessaire dans la pensée de celui qui l'invoque l'idée de *tolérance*.

17. Je me résume donc en restreignant l'enseignement de la philosophie morale à traiter de l'existence de Dieu et de l'âme, et à traiter de la morale et des sociétés humaines envisagées au point de vue du droit.

18. Quant à l'étude des phénomènes de l'intelligence, de l'esprit humain, de ce que plusieurs auteurs appellent la psychologie, elle appartient à la *méthode à posteriori*, sans que personne soit fondé à dire que ma proposition émane du matérialisme; car l'étude dont je parle, bornée à chercher la cause immédiate d'un phénomène relatif à l'intelligence, n'ira jamais à nier l'existence de l'âme, de l'esprit, qui pourra être la cause éloignée, mais qui ne sera jamais la cause prochaine cherchée des phénomènes soumis à l'examen. Peut-être même trouvera-t-on que tel phénomène attribué à l'âme, à l'esprit, en sera indépendant; mais, évidemment, si l'on arrive à une telle conclusion, cette conclusion ne sera pas une preuve de la non-existence de l'âme. Enfin, pour prévenir toute attaque contre l'opinion que j'émets, je demande si l'étude des phénomènes de l'instinct des animaux n'appartient pas à la *méthode à posteriori*, et si ces phénomènes constatés par elle, et parfaitement distingués des phénomènes de l'intelligence de l'homme, ne conduisent pas à la conclusion que l'instinct est une des preuves les plus frappantes que l'étude du monde vivant, faite d'après la méthode que je préconise, a fournies à la philosophie morale en faveur de l'harmonie du monde et de l'existence de Dieu.

19. Quant à la logique, elle ne me paraît pas devoir rester à toujours dans la *philosophie morale;* une partie appartient déjà à la grammaire, et le reste rentrera dans une science qui n'est point encore formulée, mais qui sera comprise un jour dans la *philosophie naturelle*. C'est précisément des matériaux de cette catégorie que je veux parler, matériaux que chaque science spéciale prépare actuellement. Les moins complexes d'entre eux sont les méthodes immédiates de chaque science, et l'ensemble de ces méthodes compose la philosophie de cette science spéciale; main-

tenant supposez toutes les philosophies spéciales réunies, et vous aurez une science nouvelle qui sera la véritable histoire de l'esprit humain, puisqu'elle comprendra l'ensemble de tous les procédés employés par l'homme pour connaître d'une manière positive le monde où il vit.

La science nouvelle témoignera de la faiblesse de l'esprit humain dans l'individu, en montrant, comme conséquences, et la division de la science et le développement de chacune de ses branches par les efforts de tous les esprits distingués qui se sont voués à sa culture.

20. En définitive, la philosophie morale est restreinte, selon moi, à des connaissances dogmatiques qui ont donné tout ce qu'elles pouvaient donner au savoir de l'homme.

Si elles sont susceptibles de recevoir de nouvelles notions à l'appui de l'existence de Dieu, de l'existence de l'âme et de la nécessité de la morale, ces notions s'ajouteront à celles que nous possédons, sans qu'on soit autorisé à dire qu'elles manquaient encore pour prouver l'existence de Dieu, l'existence de l'âme, et la nécessité de la morale.

Et si ces notions ont réellement quelque importance, leur origine se rattachera à la *philosophie naturelle:* je conclus enfin qu'à la culture des sciences de son domaine appartient désormais le progrès des connaissances humaines.

DEUXIÈME PARTIE.

APPLICATION DES CONSIDÉRATIONS QUI PRÉCÈDENT A LA MÉTHODE CHIMIQUE EMPLOYÉE DANS LE QUATORZIÈME MÉMOIRE SUR LA TEINTURE ET ÉTENDUE A L'EXAMEN CRITIQUE DE L'USAGE DES EAUX MINÉRALES EN THÉRAPEUTIQUE.

21. La division des sciences, nécessité de la faiblesse de l'esprit humain, ai-je dit, s'est manifestée avec le temps à mesure de l'accroissement et de l'étendue et du nombre des connaissances.

Les sciences ont toutes été dogmatiques à l'origine, mais le plus grand nombre, celles dont le but a été de connaître le monde

physique, n'ont acquis le caractère scientifique qu'après avoir été soumises à l'expérience.

Les sciences spéciales, nécessité de la division du savoir humain, sont douées chacune d'une philosophie spéciale, comprenant les diverses méthodes de raisonnement employées par elles pour atteindre le but vers lequel tend la science dont relève cette méthode spéciale.

22. Je me représente chaque science spéciale sous la forme allégorique d'une branche sortant d'un tronc, représentant le savoir humain.

Chaque branche se divise en rameaux, dont chacun représente une méthode, et l'ensemble des rameaux et la branche à laquelle ils s'unissent représentent la philosophie de la science, que cette branche représente elle-même.

Voilà l'image à laquelle je m'arrêterai dans ce que je vais dire.

Je laisse donc de côté la manière dont les méthodes représentées par les rameaux se fondent dans la branche de manière à constituer une philosophie spéciale.

Je laisse de côté, à fortiori, la question de savoir comment toutes les branches sorties du tronc représentant le savoir humain, s'unissent, s'anastomosent, se fondent enfin pour constituer une philosophie générale, qui, si elle existait, serait la véritable histoire de l'intelligence, puisqu'en définitive, en partant successivement de tous les rameaux de chaque branche pour pénétrer dans le tronc, on se représenterait comment tous les efforts individuels de l'intelligence viendraient converger ensemble et constituer ainsi l'esprit humain dans son expression la plus générale.

C'est en partant des derniers rameaux de chaque branche qu'on voit l'analyse, origine première de la division des sciences, s'alliant de plus en plus avec la synthèse pour constituer dans une même branche la philosophie de la science représentée par cette branche, et c'est en suivant la prolongation des branches à leur point de rencontre que l'on se représente la convergence, l'union, la synthèse de toutes les philosophies spéciales constituant la *philosophie naturelle*.

Sans m'expliquer sur la manière de concevoir ces synthèses, je me prononce contre l'arbre de Bacon, où l'entendement humain est représenté par un tronc, duquel sortent trois branches, dont l'une est la *mémoire*, correspondant à l'*histoire;* l'autre, la *raison*, correspondant à la *philosophie;* et la troisième, l'*imagination*, correspondant à la *poésie*. En un mot, ces grandes facultés de notre esprit, la mémoire, la raison et l'imagination, sont isolées, dans l'arbre de Bacon, lorsque toutes les trois coexistent dans toute œuvre un peu distinguée de notre esprit, et enfin ce tronc de l'arbre représentant l'entendement montre trois branches simplement juxtaposées, comme le sont trois baguettes d'un faisceau qu'un lien extérieur réunit (1).

23. Au point de vue de la *philosophie naturelle*, si les sciences ont de l'importance, c'est donc assurément dans leurs méthodes respectives; car reconnaître en fait la diversité spécifique de chacune d'elles, c'est admettre comme conséquence qu'à cette spécialité correspond une philosophie spéciale, laquelle est l'expression générale de l'esprit d'une catégorie de savants qui se sont voués à la culture de cette science, une des branches en lesquelles se ramifie le savoir humain; et c'est admettre encore que la coordination de l'ensemble des philosophies spéciales de toutes les sciences constitue une philosophie générale, qui est la véritable histoire de l'intelligence.

24. Une philosophie spéciale se compose donc elle-même de toutes les méthodes que la science spéciale à laquelle se rapporte cette philosophie emploie pour découvrir les vérités du ressort de cette science. Les méthodes sont donc les expressions les plus élevées de chacun des rameaux d'une même science, et l'ensemble de ces méthodes constitue la philosophie de cette science.

25. Il me reste à appliquer cette considération à plusieurs méthodes que j'ai introduites en chimie, et à exposer ensuite comment celle qui m'a guidé dans mes trois derniers mémoires sur la teinture peut être appliquée à éclairer des questions que

(1) Voyez mes *Lettres à M. Villemain sur la méthode en général*, p. 167. Paris, 1856, in-12, Garnier frères.

j'élève sur le degré de certitude de diverses questions de thérapeutique.

26. Éclaircissons ma proposition par des exemples tirés de la chimie.

Le caractère de cette science, comme je n'ai pas cessé de le dire depuis longtemps, est la détermination de la matière simple et complexe en *types définis*, par l'ensemble de leurs propriétés physiques, chimiques et organoleptiques.

Ces types ainsi définis sont les *espèces chimiques.*

27. La première méthode qui se présente en chimie doit être la recherche raisonnée des moyens de déterminer les espèces.

Or, j'ai montré que la *méthode des lavages successifs*, décrite et employée dans mes recherches sur les corps gras d'origine animale, s'applique à tous les cas de cette détermination, soit qu'il s'agisse des espèces complexes appelées *principes immédiats* des corps vivants, soit qu'il s'agisse des *corps indécomposés* que nous qualifions de *simples.*

Il suffit pour ces derniers d'appliquer la méthode à des sels dans la composition desquels on a fait entrer le corps réputé simple qu'on veut soumettre à l'épreuve, afin de savoir s'il présente effectivement le caractère de la *simplicité* chimique, qui, si elle n'est pas *absolue*, est *relative* aux moyens actuels dont l'analyse est en possession.

28. Une seconde méthode, toujours applicable à la question de la définition des espèces, et particulièrement aux espèces qui représentent les principes immédiats, est la méthode par laquelle une espèce de principe immédiat donné dont on veut vérifier l'analyse élémentaire est transformée en d'autres corps définis moins complexes en général, ou quelquefois même plus complexes.

On arrive ainsi à former une équation dont le *premier membre* représente la composition élémentaire qu'il s'agit de contrôler, et le *second membre* représente la composition élémentaire d'un ou plusieurs composés en lesquels le premier a été réduit.

C'est cette méthode que j'ai employée pour contrôler l'exactitude de mes analyses élémentaires organiques. Les conséquences

ont été d'établir des *compositions équivalentes* à la composition élémentaire de l'espèce représentée par le premier membre de l'équation.

L'expression de *dédoublement*, si usitée aujourd'hui, est une autre manière d'exprimer les résultats de la méthode dont je parle.

29. La méthode s'étend encore aux cas où un réactif intervenant dans la transformation du corps soumis au contrôle, ce réactif ou ses éléments se retrouvent comme principes constituant des composés dérivés de ce même corps, soit que dans les composés dérivés il y ait de l'eau fixée, comme cela a lieu dans la glycérine obtenue par saponification, soit qu'il y ait fixation de chlore, de brome, d'iode, d'un oxacide d'azote, d'acide sulfurique ou d'une base salifiable, etc., etc.

30. Je donne ces exemples de méthodes avec d'autant plus de confiance qu'elles sont citées comme des titres pris en considération, lorsque la Société royale de Londres voulut bien, en 1857, m'honorer de la médaille de Copley.

31. Les séries d'expériences exposées dans le mémoire précédent et celui-ci m'ont conduit à l'institution d'une méthode susceptible, à mon sens, de s'étendre à des recherches fort différentes de celles qui lui ont donné naissance ; et s'il n'y a pas d'illusion de ma part, l'application d'une méthode spéciale à une science autre que la science à laquelle appartient cette méthode peut avoir quelque intérêt au point de vue où je me place. C'est ce que je vais essayer de démontrer en résumant, avant tout, la manière dont j'ai procédé pour reconnaître la cause des différences que m'ont présentées l'eau distillée, l'eau de Seine et l'eau du puits des Gobelins, lorsque je les ai employées comparativement dans l'application des matières colorantes sur la laine, la soie et le coton.

Je distingue, pour plus de clarté, trois phases dans ces recherches.

32. Première phase. — Qu'ai-je montré d'abord ?

La différence des effets des teintures opérées dans l'eau distil-

lée, l'eau de Seine et l'eau de puits, avec une même matière colorante.

Les effets ont été appréciés d'une manière précise au moyen des types de mes cercles chromatiques, et l'on a vu que, dans les mêmes circonstances et avec une même matière colorante, les résultats ne sont que rarement identiques, le plus souvent analogues et quelquefois fort différents.

33. Deuxième phase. — Ces différences une fois constatées d'une manière précise, j'ai cherché la cause matérielle de la diversité des effets.

J'ai consulté les analyses de l'eau de Seine et de l'eau de puits de Paris, et si certains effets ont été expliqués, d'autres n'ont pu l'être; de là j'ai été conduit à rechercher des corps différents de ceux qu'on y avait indiqués.

C'est ainsi que j'ai trouvé une matière colorante organique dans l'eau de Seine et un sel cuivreux dans l'eau du puits des Gobelins.

34. Troisième phase. — Mais cela suffirait-il pour croire que le but proposé avait été atteint? Non, il fallait, d'après la définition que j'ai donnée de la méthode expérimentale, *avoir démontré d'une manière précise que telles espèces de corps contenues dans les eaux étaient bien les causes de tels effets déterminés.*

Or c'est cette détermination qui m'a conduit à instituer la méthode que je résume dans les termes suivants :

35. Méthode. — *Résultat immédiat de la troisième phase.* — Lorsque des eaux naturelles ont produit des effets différents, et qu'on veut avoir la certitude que ces effets résultent de l'action de *certains corps* contenus dans ces eaux, il faut préparer avec l'eau distillée autant de solutions qu'il y a de ces *certains corps* auxquels on attribue les effets dont on veut reconnaître les causes, et voir ensuite si ces solutions produisent les effets de l'action des eaux naturelles.

Si les solutions préparées avec l'eau distillée ne donnent pas les effets dont on recherche la cause matérielle, recommencer de nouveaux essais, en profitant de l'observation des faits anciens, et, s'il est nécessaire, de faits nouveaux, pour arriver au but.

Et dans le cas où l'on aurait besoin de recourir à de nouvelles

expériences, il ne faut pas perdre de vue le fait si remarquable signalé dans la deuxième partie du quatorzième mémoire relativement à ce que l'action simultanée du carbonate de chaux et du carbonate de cuivre est bien plus énergique pour rougir la couleur du fustet que l'action de chacun des carbonates agissant isolément.

36. Quelle application peut-on faire de la méthode que je viens de formuler, mise en pratique pour rechercher des espèces chimiques, causes des différences observées en teinture selon qu'on opère avec une eau naturelle ou avec l'eau distillée ?

Je réponds que cette méthode s'applique à la question de reconnaître les espèces chimiques, causes des effets curatifs, qui font prescrire des eaux médicinales pour combattre des maladies déterminées.

Bien des gens, étrangers à la connaissance des manières dont l'esprit humain procède dans la recherche de la vérité considérée au point de vue le plus général de l'ensemble des problèmes qu'il se propose de résoudre, souriront sans doute de voir un système d'expériences institué dans l'intention d'éclairer la science et la pratique de la teinture, aboutir à une question de thérapeutique. N'ayant jamais senti le besoin de justifier auprès des gens dont je parle les opinions auxquelles ma conviction est acquise, je suis fort indifférent à l'accueil qu'ils leur feront ; ma seule prétention est d'exposer aux esprits sérieux des inductions auxquelles m'ont conduit des études multipliées, soutenues par l'amour du vrai et animées de l'espérance que les esprits auxquels je m'adresse ne verront dans mes inductions que le désir de faire concourir des méthodes déduites de recherches précises sur des objets peu complexes, si on les compare à ceux du ressort de la médecine, que je me propose d'éclairer en leur appliquant des méthodes précises dans l'intérêt du progrès scientifique et conformément aux considérations que j'ai exposées sur la philosophie naturelle.

37. C'est avec une profonde conviction que les progrès en médecine ne sont possibles aujourd'hui qu'à l'aide des lumières qu'elle recevra de sciences parfaitement définies, consacrées à

l'étude précise de quelques-uns de ses éléments, que je crois à l'utilité du genre des inductions que je me propose d'exposer, parce qu'en effet la méthode qui m'a guidé dans la série des expériences composant mes douzième, treizième et quatorzième mémoires sur la teinture me paraît parfaitement applicable à la question de l'usage des eaux médicinales en thérapeutique, telle que je l'ai posée.

38. Que l'on veuille bien réfléchir à la suite des raisonnements d'après lesquels je suis arrivé à reconnaître la cause de la différence en teinture de l'eau du puits des Gobelins et de l'eau de Seine employées comparativement avec l'eau distillée, et l'on verra en effet que, s'il s'agissait de rechercher la cause spéciale d'un phénomène physiologique, ou, en d'autres termes, celle d'un effet organoleptique quelconque, la marche à suivre serait semblable à celle que j'ai suivie, sauf la complication du dernier cas. Mais admettons que la nouvelle recherche n'aboutisse pas, parce que le sujet que l'on se propose d'éclairer par l'application renferme encore trop de causes d'obscurité pour l'être actuellement, on saura d'une manière précise l'existence de ces causes et ce qu'il conviendra d'entreprendre pour les dissiper. On saura dès lors qu'il faudra se garder de raisonner comme si ces causes n'existaient pas, et que l'intérêt de la vérité exigera l'ajournement de toute conclusion définitive à l'époque où de nouvelles études permettront enfin de la formuler.

39. Lorsqu'on examine l'état de nos connaissances les plus générales sur les eaux médicinales, on voit que nous sommes redevables à l'empirisme de la connaissance des actions diverses exercées par les eaux sulfureuses, les eaux ferrugineuses et les eaux alcalines sur l'économie animale, et qu'à lui appartient la distinction de ces eaux médicinales en trois groupes, relativement à leur usage en médecine.

Je compare cet état de nos connaissances à l'état où étaient nos connaissances avant mes travaux sur l'influence en teinture de l'eau de Seine, de l'eau de puits et de l'eau distillée.

Maintenant je vais examiner successivement quelles seraient les connaissances sur les eaux médicinales qui correspondraient

à chacune des trois phases par lesquelles j'ai passé pour donner la théorie de l'influence en teinture de l'eau de Seine et de l'eau de puits relativement à l'eau distillée.

Des connaissances relatives aux propriétés thérapeutiques des eaux médicinales.

40. Première phase. — Si l'on résume les expériences exposées dans le treizième mémoire, que l'on considère la précision avec laquelle on a déterminé, au moyen des cercles chromatiques, les couleurs différentes que la laine, la soie et le coton ont prises dans les trois eaux, on voit que ce travail a conduit à des résultats bien autrement précis que ceux que nous devons à l'*empirisme* relativement à l'influence thérapeutique des eaux médicinales sulfureuses, ferrugineuses et alcalines.

Car, si l'on est d'accord sur l'action spéciale des eaux sulfureuses, des eaux ferrugineuses et des eaux alcalines, cette action spéciale n'est connue que dans sa plus grande généralité, et aujourd'hui on ne sait guère d'une manière certaine la différence qu'il peut y avoir entre diverses eaux sulfureuses, différentes eaux ferrugineuses, différentes eaux alcalines, quant à leurs actions respectives en thérapeutique.

41. Mes expériences montrent ce qui manque en précision à ces connaissances en même temps que la marche qu'il convient de suivre pour les faire avancer.

Il faudrait prendre les eaux sulfureuses, les eaux ferrugineuses, les eaux alcalines les moins complexes, étudier des effets bien constatés produits par chacune des eaux sulfureuses, par chacune des eaux ferrugineuses, par chacune des eaux alcalines, dont on aurait choisi un certain nombre dans chaque groupe, en appréciant, autant que possible, l'analogie ou la différence des localités où les malades vont prendre ces eaux.

42. En outre, l'étude des eaux d'un même groupe devrait s'étendre non-seulement aux localités où sourdent ces eaux, mais encore aux individus qui les prennent. Car la diversité des résultats de teinture qu'on peut observer entre des écheveaux de laine, de soie et de coton teints dans un même bain colorant, cor-

respond assez bien à la diversité d'action qu'une même eau médicinale peut avoir sur différents individus d'après leurs idiosyncrasies respectives.

43. Enfin avant la conclusion finale il faudrait prendre en considération encore l'influence qu'une grande diversité de localité peut exercer sur l'économie animale, ainsi que le changement d'habitude produit par le déplacement des malades.

44. Deuxième phase. —*Les différences entre les effets d'eaux médicinales une fois constatées d'une manière précise, en rechercher la cause.* On a vu que les différences d'effet en teinture des eaux distillées de Seine et de puits, une fois observées et définies, il a fallu en rechercher les causes ; et que pour cela on a eu recours à la synthèse en prenant les espèces chimiques indiquées par l'analyse dans les eaux de Seine et de puits, et formant avec l'eau distillée autant de solutions qu'il y avait d'espèces chimiques dont on pouvait soupçonner l'influence en teinture. Cette recherche, exposée dans la première partie du quatorzième mémoire, a montré l'insuffisance des analyses chimiques, dans le cas présent ; aussi est-ce l'occasion de traiter de l'usage qu'on doit faire en médecine des analyses des eaux médicinales envisagées au point de vue où je les considère maintenant.

45. Lorsqu'il s'agit d'une eau sulfureuse, d'une eau ferrugineuse, d'une eau alcaline, le médecin doit avoir avant tout la certitude qu'une eau sulfurée, soit par l'acide sulfhydrique, soit par un sulfure, qu'une eau ferrugineuse composée de carbonate de protoxyde de fer, qu'une eau de carbonate de soude, produisent des effets déterminés, parce qu'il doit savoir, par sa propre expérience, ce dont les corps tenus en solution sont capables sur l'économie animale.

Mais par la raison que toutes les eaux sulfureuses, toutes les eaux ferrugineuses, toutes les eaux alcalines, ne produisent pas des effets identiques, il doit chercher la cause des différences que présentent des eaux sulfureuses, des eaux ferrugineuses, des eaux alcalines qu'il peut ordonner, et c'est à lui de voir si parmi les corps accompagnant le soufre, le fer, l'alcali, corps signalés

par l'analyse chimique, il en existe quelqu'un capable de produire l'effet dont on cherche la cause.

46. Il est extrêmement probable que les résultats obtenus d'une première recherche ne seront pas plus heureux que ne l'ont été les expériences exposées dans la première partie du quatorzième mémoire. De là donc la nécessité de se livrer à des recherches correspondantes à celles que nous avons décrites dans la deuxième partie du même mémoire.

47. Troisième phase. — Une fois qu'on aura constaté que les corps auxquels on avait attribué d'abord l'action thérapeutique d'une eau minérale donnée ne l'expliquent pas, il faudra se livrer à la recherche d'autres corps.

Et c'est ici qu'il faudra recommencer les analyses comme je l'ai fait pour l'eau de Seine et l'eau du puits des Gobelins, mais je ne dissimule point les difficultés de telles recherches ; car évidemment le succès en est subordonné à la double direction d'un chimiste et d'un médecin physiologiste tous les deux du rang le plus élevé dans les sciences, et c'est parce que j'apprécie mieux que personne ces difficultés que les réflexions suivantes sur le concours indispensable de la *chimie*, de la *physiologie* et de la *médecine pratique* pour éclairer la connaissance des eaux médicinales ne pourront paraître déplacées à ceux qui veulent sérieusement le progrès de ces connaissances ; et si je n'ajoutais rien aux observations qui précèdent, je risquerais de voir mes inductions repoussées comme stériles, parce que à la simplicité des recherches d'où je pars on opposerait la complexité d'un sujet du domaine de la médecine que j'ai le désir d'éclairer au point de vue critique.

48. Je crois aux progrès de la médecine, et dans ce progrès je comprends une connaissance plus précise de l'usage des eaux médicinales que ne le sont nos connaissances actuelles.

Leur usage, comme celui de tous les remèdes, appartient encore à l'empirisme, et il ne faut pas oublier qu'on le prescrivait à une époque où l'existence de l'analyse chimique n'était pas même soupçonnée.

Enfin l'analyse a été appliquée aux eaux médicinales, et une

fois la chimie de Lavoisier acceptée, on conçut les plus belles espérances de progrès pour toutes les sciences susceptibles d'être éclairées par la science nouvelle. On crut expliquer tous les effets des eaux médicinales par les corps qu'on y découvrait, et l'on alla jusqu'à croire qu'on était parvenu à reproduire, par la synthèse, toutes les eaux minérales dont l'analyse avait donné la composition.

49. L'opinion de la puissance de l'analyse chimique appliquée aux eaux médicinales était si prononcée, que ce qui semblait devoir la restreindre l'exagérait encore. Ainsi la découverte de principes nouveaux dans une eau médicinale dont jusque-là on avait cru bien connaître la composition ne suggérait pas la réflexion que beaucoup d'autres eaux pouvaient être dans le cas de la première, qu'en conséquence avant de prononcer sur la cause matérielle des effets thérapeutiques de ces eaux, il fallait avoir la certitude d'en connaître parfaitement les compositions respectives, et que dès lors il fallait se livrer préalablement à un examen critique avant de penser à imiter ces eaux par des produits artificiels : c'est sur cet examen critique que je vais insister; car en général plus d'un médecin trop enclin à applaudir à une véritable découverte chimique ne sent pas la nécessité de cet examen critique, avant de se prononcer sur la question de savoir si tel principe trouvé dans une eau médicinale est bien la cause d'un effet thérapeutique que l'empirisme a reconnu dans l'usage de cette eau.

50. La facilité avec laquelle on a admis les résultats de l'analyse, sans avoir préalablement examiné si elle était précise, exacte, et si les effets thérapeutiques d'une eau analysée étaient expliqués par la nature des corps indiqués par le chimiste, a été la cause de bien des erreurs lorsqu'il s'est agi de la préparation des eaux médicinales dites *artificielles*.

Par exemple, on a ignoré longtemps l'existence de l'arsenic dans certaines eaux médicinales, eh bien! qu'on eût voulu alors imiter une de ces eaux, et en admettant bien entendu que le composé arsenical qu'elle contient exerce une certaine action organoleptique, évidemment on aurait échoué dans l'imitation.

L'imitation d'une eau médicinale n'est donc possible qu'avec la certitude acquise de connaître tous les principes constituants de cette eau. Dès lors le médecin, connaissant par expérience l'efficacité d'une eau médicinale naturelle dans laquelle se trouve un composé arsenical que nous avons supposé être efficace, aurait échoué si, au lieu de prescrire l'eau naturelle, il eût prescrit l'eau artificielle.

51. Je n'hésite point à dire que la direction des esprits n'était pas ce qu'elle aurait dû être lorsqu'on a fabriqué tant d'eaux médicinales d'après des analyses, sans avoir examiné préalablement au point de vue d'une critique éclairée, si ces analyses présentaient les garanties suffisantes d'exactitude pour qu'on pût se croire fondé à reproduire artificiellement une eau médicinale naturelle donnée.

Voyons maintenant comment, à mon sens, il convient de procéder dans une imitation de cette sorte.

52. Plus à mes yeux mes recherches sur la teinture ont de précision, plus la thérapeutique des eaux médicinales est complexe, et moins je dois laisser croire que les considérations auxquelles je me livre maintenant me paraissent diminuer les difficultés du sujet; loin de là, le but que je me propose en les exposant est de faire saisir ces difficultés mêmes en montrant ce qu'elles sont relativement à un sujet moins complexe, que j'ai élucidé.

Sachant donc la complexité du sujet, je commence par reconnaître quatre causes principales susceptibles de concourir aux effets des eaux médicinales prises à leurs sources respectives, et qui rendent bien plus difficile une détermination de ces effets aussi satisfaisante que l'a été la détermination des couleurs dans celles de mes recherches correspondant à la *première phase* (32).

Les quatre causes sont :

1° Les matières définies ou espèces chimiques contenues dans l'eau médicinale examinée ;

2° L'influence des circonstances climatériques où cette eau est prise par les malades ;

3° Le changement apporté dans les habitudes par le déplacement des malades ;

4° L'influence des idiosyncrasies respectives des malades.

53. Je suppose un chimiste et un médecin physiologiste réunis avec l'intention de remonter des effets d'une eau minérale à la nature des corps contenus dans cette eau, et auxquels on doit attribuer la cause de ces effets.

Ils chercheront en discutant les effets de cette eau recueillis par l'empirisme, s'ils expliquent par la nature des corps dissous dans l'eau les effets de celle-ci, en tenant compte, bien entendu, autant qu'ils le pourront, de l'influence des causes indiquées par les numéros 2, 3 et 4 (52).

Pour contrôler leurs inductions, ils feront une solution dans l'eau distillée des corps indiqués par l'analyse, en ayant égard, bien entendu, à leurs proportions respectives. Ils la feront prendre à un certain nombre de personnes en même temps qu'ils feront prendre l'eau médicinale naturelle à un même nombre de personnes choisies aussi semblables aux premières que possible.

Je suppose que l'expérience comparative eût porté sur une eau arsenicale, avant qu'on eût reconnu l'arsenic dans celle-ci ; évidemment, en supposant ce principe doué d'activité dans l'eau médicinale, l'eau faite à l'imitation de celle-ci n'aurait pas produit d'effet, et dès lors le chimiste et le médecin physiologiste, se trouvant dans ce que j'ai appelé la *deuxième phase* de mes recherches (33), ils auraient recherché quel pouvait être le corps, cause des effets inconnus.

Et s'ils eussent trouvé le composé arsenical et qu'ils eussent produit avec l'eau distillée et ce composé arsenical une eau semblable à l'eau médicinale, ils auraient été dans la *troisième phase* (34), où je me suis trouvé lorsque j'ai reproduit par la synthèse les effets de l'eau de puits cuivreuse.

Voici encore des conséquences qui se déduisent de mes expériences.

54. Quand il s'agit de l'usage d'une eau médicinale en thérapeutique, il est nécessaire, pour qu'il réponde à l'intention du médecin qui le prescrit, de prendre cette eau dans les conditions où l'usage en a fait connaître l'efficacité, puisque j'ai démontré ;

1° Que la distillation de l'eau du puits des Gobelins en précipite ou change l'arrangement des principes cuivreux et ferrugineux, de sorte que l'eau concentrée n'agit plus sur la décoction du bois de Brésil comme le fait l'eau du puits simplement filtrée ;

2° Que l'évaporation à siccité de l'eau de ce puits et même de l'eau de Seine a complétement changé la constitution des matières qui étaient tenues en solution dans les eaux naturelles, puisque l'eau pure restituée aux résidus de l'évaporation des deux eaux précitées a donné deux solutions différentes de l'eau de puits et de l'eau de Seine.

On commettrait donc une grave erreur si l'on pensait qu'en restituant au résidu de l'évaporation d'une eau minérale l'eau qu'elle a perdue, on reproduirait une eau identique avec l'eau naturelle.

Enfin l'observation que le carbonate de chaux et le carbonate de fer ont une action bien plus énergique pour rougir le fustet, quand ils agissent simultanément que quand ils agissent isolément, démontre la possibilité que deux corps dissous dans une eau médicinale produisent un effet organoleptique beaucoup plus énergique dans un même sens que ne produiraient deux eaux médicinales dont chacune ne contiendrait qu'un des deux corps à l'exclusion de l'autre.

55. On a avancé, il y a une vingtaine d'années, que des eaux calcaires tenant en solution du carbonate de chaux sont bien préférables à des eaux qui en sont dépourvues ou qui n'en renferment que des traces ; et déjà, en 1819, j'avais dit, *Dictionnaire des sciences naturelles*, tome XIV, page 78 : « Cependant » il existe des eaux de puits qui sont bonnes à boire, et nous » pouvons citer pour exemple celle des puits d'Angers, qui nous » ont paru préférables à des eaux beaucoup plus pures aux réac» tifs. » Mais il me siérait mal de généraliser cette opinion, car, n'ayant jamais bu de vin, l'eau de Seine fraîche a toujours été pour moi une des meilleures eaux potables.

L'opinion d'après laquelle on préfère les eaux calcaires aux eaux de fleuve ou de rivière est fondée, chez beaucoup de gens, sur la nécessité de la présence des sels calcaires dans l'économie animale. Cette opinion serait admissible si, la ration donnée à

des hommes ou à des animaux ne renfermant pas ce qui convient à leur développement ou à leur entretien, il y avait nécessité de recourir à un *complément*. Mais dans le régime ordinaire, en tenant compte de la matière calcaire contenue dans le vin, la viande, les légumes, les fruits, le foin, la paille, les diverses graines, etc., la nécessité d'une eau calcaire ne me paraît pas démontrée dans les cas les plus ordinaires.

56. Si l'on me demandait la manière de procéder pour se faire une opinion sur la qualité bonne, médiocre ou mauvaise d'une eau naturelle destinée à servir aux besoins de l'économie animale, je répondrais qu'une eau qui ne laisse pour 1000 parties que de 0,09 à 0,20 de résidu après l'évaporation, et qui d'ailleurs est fraîche en été, et en outre inodore, insapide, aérée, est de très-bonne qualité; que des eaux inodores, insapides, aérées, laissant de 0,40 à 0,50 de résidu fixe calcaire, peuvent être bonnes sans égaler les premières (1). Enfin j'ajouterais la condition que ces eaux ne se coloreraient pas par l'acide sulfhydrique, ou en d'autres termes qu'elles seraient dépourvues de cuivre et de plomb; car, si l'on est intéressé à connaître les bonnes qualités d'une eau potable, on doit l'être également à avoir la certitude que les moyens employés pour faire arriver l'eau au lieu même de sa consommation ne seront pas susceptibles d'en compromettre la bonne qualité, ainsi que peuvent le faire le cuivre et le plomb employés comme pompe ou tuyaux de conduite.

Supposons que l'on veuille aller plus avant dans la connaissance d'une eau qu'il s'agira de consommer comme potable plus ou moins loin de sa source ou des lieux qu'elle arrose, il faudra en ce cas aller en ces lieux pour juger de son influence sur ceux qui la consomment depuis longtemps. Il est entendu qu'il y a nécessité de s'enquérir des écrits dont elle a pu avoir été l'objet. En définitive, on fera ce que conseille un architecte chargé d'élever un monument durable; c'est que dans le cas où il ignorerait la qualité des pierres destinées à son œuvre, il devrait visiter les

(1) *Mémoire sur plusieurs réactions chimiques qui intéressent l'hygiène des cités populeuses*, lu à l'Académie des sciences les 9 et 16 novembre 1846 (*Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XXIV, note 3).

carrières où elles gisent et voir dans les environs les édifices construits le plus anciennement avec ces mêmes pierres.

CONCLUSION FINALE.

57. D'après l'étude progressive que j'ai faite de l'influence des eaux naturelles en teinture, et d'après la méthode qui m'a guidé, méthode que je propose d'étendre à l'étude des eaux médicinales, il est facile de concevoir clairement ma définition de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, et d'apprécier en quoi cette méthode diffère du mot *empirisme* défini dans le *Dictionnaire de l'Académie* : *Médecine qui est fondée uniquement sur l'expérience, et qui rejette toute théorie.*

Conformément à cette définition de l'empirisme, l'expérience a appris qu'une *eau médicinale* guérit telle maladie, et un médecin la prescrit à un malade qu'il juge affecté de cette maladie.

Est-ce bien là l'état réel des choses? Je ne le pense pas. Il y a toujours du raisonnement, tranchons le mot, de la théorie dans l'appréciation d'une *telle affection* par le médecin, et conséquemment dans la *prescription de telle eau pour guérir cette affection ;* et c'est précisément d'après cette part du raisonnement, qui est souvent celui de l'ignorance, quand il ne l'est pas de l'intérêt, que le mot *empirisme* est presque toujours pris en mauvaise part.

Quoi qu'il en soit, en attribuant au mot *empirisme* le sens de *médecine fondée uniquement sur l'expérience*, je vais montrer la différence de ce mot, ainsi défini, avec la prescription d'une eau médicinale, que dicterait la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, telle que je la définis.

Je rappelle la distinction de mes recherches en *trois phases :*

PREMIÈRE PHASE. — La science intervient pour définir d'une manière précise les effets de l'eau médicinale.

C'est ainsi que les effets des eaux naturelles en teinture obtenus dans des circonstances semblables ont été définis au moyen des cercles chromatiques.

DEUXIÈME PHASE. — On recherche avec les moyens précis de

la science si les corps présumés être les causes des effets organoleptiques produits par des eaux médicinales le sont réellement, en comparant aux effets de ces eaux les effets de solutions faites avec l'eau distillée et un seul des corps présumés actifs.

Troisième phase. — Si les recherches de la *deuxième phase* n'arrivent pas au but, la science suggère de nouvelles expériences, soit pour rechercher dans les eaux des corps dont l'analyse n'avait pas indiqué la présence, soit pour s'assurer qu'une propriété observée ne serait pas le résultat de l'action de deux corps au lieu de celle d'un seul, conformément au fait que le carbonate de chaux et le carbonate de cuivre réunis sont plus efficaces pour rougir le fustet que ne sont les carbonates agissant séparément.

Cette *méthode* est qualifiée d'*expérimentale*, parce que les conclusions sont subordonnées au *fait*, c'est-à-dire au *résultat de l'expérience*. Mais le mot *méthode* implique l'intervention de la science dans l'observation du fait; aussi est-ce la science qui induit du résultat expérimental la cause immédiate à laquelle il faut le rattacher, et c'est encore la science qui constate si l'induction est fondée en se livrant ultérieurement à une ou plusieurs expériences de contrôle.

Voilà donc l'union intime de l'esprit, de l'intelligence, dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle, qui recourent à l'observation et à l'expérience, et une explication de l'abus auquel prête le mot *fait* quand on l'allègue comme preuve d'un jugement, sans tenir compte de la définition que j'en ai donnée (1) et de celle que je viens de rappeler de l'expression *méthode expérimentale*.

58. Les expériences de ce mémoire, enchaînées par le raisonnement, montrent la témérité qu'il y aurait aujourd'hui, d'après l'analyse d'une matière complexe dont les principes sont en proportions indéfinies comme ceux qui constituent les eaux naturelles, de prétendre, dans tous les cas indistinctement, déduire les propriétés de cette matière complexe applicable aux arts et à plus

(1) *Lettres à M. Villemain*, p. 41 et suivantes.

forte raison à l'économie organique, des principes reconnus par l'analyse chimique, surtout à une époque où le *besoin de connaître rapidement* est plus impérieusement senti que le *besoin de la certitude de bien connaître.*

MÉMOIRE

SUR LES

DIVERS MODES DE LA NAISSANCE

DE LA SUBSTANCE ORGANISÉE EN GÉNÉRAL

ET DES

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES EN PARTICULIER,

Par M. Charles ROBIN,

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

« Quelque intérêt que nous ayons à nous connoître nous-mêmes, je ne sçais si nous ne connaissons pas mieux tout ce qui n'est pas nous. » (BUFFON, *Histoire naturelle de l'homme*, 1749, t. II, in-4, lignes 1, 2 et 3).

§ I. — Remarques préliminaires sur le but de ce travail.

1. Le désir de pénétrer dans la réalité des choses, autant qu'il est en nous de le faire, conduit inévitablement tout esprit habitué à réfléchir ou livré à des recherches scientifiques à s'enquérir des notions que nous pouvons posséder sur la substance organisée.

Déterminer la nature moléculaire de la matière en dehors de laquelle aucun acte de la vie animale pas plus que de la vie végétative ne peut être constaté, n'est, en effet, chose indifférente pour personne, car, selon l'expression de Cuvier, « la vie suppose l'être vivant comme l'attribut suppose le sujet. »

Buffon le premier a tenté d'établir nettement les relations qui existent entre les formes de la matière qui, dans certaines conditions, est douée de vie et celles de la matière qui à juste titre

appelée matière brute, ou commune, ne jouit que de l'activité générale, chimique, physique et mécanique.

« Pour peu qu'on ait réfléchi, dit-il, sur l'origine de nos con-
» naissances, il est aisé de s'apercevoir que nous ne pouvons en
» acquérir que par la voie de comparaison ; ce qui est absolument
» incomparable est absolument incompréhensible (1). »

C'est guidé par ce principe générateur des sciences organiques et par des connaissances générales de l'ordre le plus élevé, c'est en s'appuyant sur des études préalables d'ordre expérimental les plus variées, qu'il cherche à se rendre compte de ce que peut être la substance qui, dans les animaux comme dans les végétaux, a les facultés de se renouveler sans se détruire, de se développer, de se reproduire et partant de se multiplier ; qui dans les animaux a de plus la faculté de se contracter et celle de sentir, pourvu que persistent certaines conditions, les unes intérieures relatives à la composition moléculaire, les autres extérieures concernant les *milieux* qui l'entourent.

« Nous devons donc dire qu'étant formés de terre et composés
» de poussière, nous avons en effet avec la terre et la poussière
» des rapports communs qui nous lient à la matière en général,
» telles sont l'étendue, l'impénétrabilité, la pesanteur, etc... Mais
» comme nous n'apercevons pas ces rapports purement matériels,
» comme ils ne font aucune impression au dedans de nous-
» mêmes, comme ils subsistent sans notre participation, et qu'après
» la mort ou avant la vie ils existent et ne nous affectent point
» du tout, on ne peut pas dire qu'ils fassent partie de notre être,
» c'est donc l'organisation, la vie, l'âme qui fait proprement notre
» existence. » (P. 4.)

« .....Nous différons beaucoup des végétaux, cependant nous
» leur ressemblons plus qu'ils ne ressemblent aux minéraux, et
» cela parce qu'ils ont une espèce de forme vivante, une organi-
» sation animée, semblable en quelque façon à la nôtre, au lieu
» que les minéraux n'ont aucun organe. » (P. 5.)

L'erreur de Buffon commence où elle devenait inévitable dans

(1) Buffon, *Histoire naturelle*. Paris, 1749, in-4, t. II, p. 430.

l'état où se trouvaient alors nos connaissances sur les lois de la composition chimique et de la formation des corps cristallisables et coagulables. « Tous les animaux, dit-il, se nourrissent de végé- » taux ou d'autres animaux qui se nourrissent eux-mêmes de » végétaux; il y a donc dans la nature une *matière commune* » *aux uns et aux autres*, qui sert à la nutrition et au dévelop- » pement de tout ce qui vit ou végète; cette matière ne peut » opérer la nutrition et le développement qu'en s'assimilant à » chaque partie du corps de l'animal ou du végétal, et en péné- » trant intimement la forme de ces parties que j'ai appelée le » moule intérieur. » (P. 420.)

Cette matière commune aux uns et aux autres n'existe pas; ce sont au contraire des principes divers, nombreux, que l'être organisé emprunte aux milieux ambiants et s'assimile, c'est-à-dire fixe temporairement en les modifiant de manière à les rendre semblables à ceux qui composent sa substance. Cette composition offre, il est vrai, un fait commun, une loi constante qui se retrouve dans toute substance qui assimile et désassimile, mais les principes assimilés diffèrent en nature et en quantité de l'une à l'autre des formes diverses sous lesquelles se présente la matière organisée, formes à chacune desquelles est inhérent quelque attribut dynamique distinct et particulier.

Buffon appelle *matière organique nutritive et productive universellement répandue* celle qu'il suppose jouer le rôle signalé plus haut.

« Cette matière *productive* est composée de particules orga- » niques toujours actives dont le mouvement et l'action sont fixés » par les parties brutes de la matière en général et particulière- » ment par les *particules* huileuses et salines; mais dès qu'on les » dégage de cette matière étrangère, elles reprennent leur action » et produisent différentes espèces de végétations et d'autres êtres » animés qui se meuvent progressivement. » (P. 421).

Buffon revenait ainsi aux hypothèses généralement adoptées avant lui, en admettant que cette matière organique commune, préexistante, qui, dans la production de ce qui est organisé, ne ferait que se fixer aux parties brutes ou non organisées de la

matière en général, pour s'en dégager et reprendre ses propriétés premières, afin de reformer ensuite d'autres êtres. Ses prédécesseurs n'avaient également raisonné que par hypothèses en cherchant, soit en dehors des notions fournies par la géométrie et la mécanique, soit à l'aide de ces notions mêmes, à découvrir en quoi consiste essentiellement la génération et l'organisation. Il était difficile de procéder autrement à cette époque, la physique et la chimie ne fournissant pas encore les moyens nécessaires pour recueillir les documents indispensables à la solution de cette question.

Ils admettaient comme préexistante, simple et irréductible à d'autres principes cette matière, dont il s'agissait précisément de déterminer le mode de production et la composition; puis chacun, selon le point de départ qu'il avait choisi, la considérait comme servant à la nutrition et au développement, sous l'influence de la vie, de l'âme végétative, de la force plastique ou formatrice, etc., ou, au contraire, comme accomplissant ces actes par elle-même, par sa propre activité.

Aujourd'hui que sont connus les caractères généraux et beaucoup des caractères particuliers de la substance organisée, ces hypothèses doivent être abandonnées au domaine de l'histoire (1). L'étude, par observations directes, des phénomènes de la naissance de cette substance sous les diverses formes, c'est-à-dire des éléments anatomiques, peut être abordée en dehors de toutes suppositions à priori.

2. Les réflexions les plus simples font sentir la nécessité d'avoir résolu ces questions pour se rendre raison de la nature des phénomènes normaux et morbides qui frappent immédiatement nos yeux. Leur examen montre combien sont vaines et rétrogrades les attaques des médecins métaphysiciens qui, sans même s'instruire des notions connues qui s'y rapportent, croient pouvoir faire abstraction de ces notions et se rapprocher beaucoup plus de la

(1) Voyez Ch. Robin, *Sur la substance organisée et l'état d'organisation* (*Journal de physiologie*. Paris, 1862, in-8, p. 501), et *Note sur la manière de déterminer si une substance d'origine organique doit être considérée comme substance organisée* (*Ibid.*, 1863, p. 5).

vérité que ceux qui la découvrent pas à pas, en mettant à sa place quelques phrases redondantes.

§ II. — Sur ce qu'on doit entendre par naissance.

3. Parmi les propriétés végétatives élémentaires de la substance organisée, il en est une qui est caractérisée par ce fait, que les éléments anatomiques, placés dans certaines conditions de nutrition et de développement, déterminent autour d'eux la *genèse* d'autres éléments, ou en *reproduisent* directement de semblables à eux.

4. Pour les anciens, les mots naissance, *nativitas*, *generatio*, *genesis*, signifiaient entre autres choses : *ortus rerum naturalium ex præexistente materia*. Le mot *formatio* n'avait pas le même sens, il s'appliquait au fait de donner une forme à un objet ou à celui de l'acquisition d'une forme comme résultat de la procréation, et c'est dans ce sens qu'ils disaient *formatio fœtus* (Castelli, *Lexicon*, in-4, 1746). Les expressions *naissance*, *génération* et *reproduction* ont généralement été adoptées pour désigner le phénomène dont il est ici question, même en parlant des éléments anatomiques, comme, par exemple, dans les phrases suivantes : « Ce n'est pas par l'alliance d'utricules d'abord libres que le tissu cellulaire des plantes se produit, mais par la *force génératrice* d'une première utricule, qui en *engendre* d'autres douées de la *même propriété* » (Mirbel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le Marchantia polymorpha*. Paris, 1831, in-4, p. 13); et encore : « l'ensemble des faits tend à prouver que cet abondant résidu (de *cambium* des plantes), élaboré derechef et devenu soluble par l'effet de procédés chimiques qui nous sont inconnus, se rend où l'appellent les besoins de la végétation et sert à la fois à la *création*, à la *génération* de nouvelles utricules et à la *nutrition* des anciennes » (Mirbel, *Nouvelles notes sur le cambium*, lues à l'Académie des sciences le 29 avril 1839; *Mémoires de l'Académie des sciences*. Paris, in-4, t. XVIII, p. 19). Depuis Schleiden (*Beitræge zur Phytogenesis*, in *Archiv fuer Anat. und Physiologie*. Berlin, 1838, in-8, p. 138 et suiv.) et Schwann (*Untersuchungen*, 1838, p. 195), ces expressions ont été rem-

placées par celle de *formation* de cellules (*Zellenbildung*). Mais c'est à tort, et cet exemple ne doit pas être suivi, car les mots *formation* et *naissance* désignent deux phénomènes très-différents. Le premier sert à faire connaître qu'on obtient ou qu'on peut obtenir quelque *composé chimique*, qui n'existait pas l'instant d'auparavant; ou bien il désigne le fait chimique moléculaire de combinaison ou de décomposition, soit directe, soit indirecte ou catalytique, qui a pour résultat la formation d'un composé chimique. Il s'applique, comme on voit, aux *corps bruts*, ou à l'un de leurs phénomènes, mais non aux corps vivants. La *naissance* est ce fait que caractérise la production, dans un être vivant (c'est-à-dire se nourrissant), à l'aide de principes immédiats variés, d'un élément anatomique, d'un ovule, etc., qui, dès leur apparition, offre une structure et un volume déterminés, différents selon les individus; qui naissent ayant de prime abord certaines dimensions, et qui peuvent ensuite se développer ou rester tels, plus ou moins longtemps, à moins qu'ils ne s'atrophient et ne soient résorbés. Mais on ne les voit nullement, comme les composés chimiques qui *se forment*, partir de l'état de molécule invisible, ou mieux de cristaux, à peine perceptibles aux plus forts pouvoirs amplifiants, qui grossissent ou restent tels, selon l'état du liquide où a lieu leur formation. Dès la naissance, la substance des éléments anatomiques est vivante elle-même, participe aux actes de l'être de rénovation moléculaire dans lequel elle est née. Le terme *naissance* dans le sens le plus général, en un mot, ne s'applique qu'au fait de l'apparition des *corps organisés* en un point où ils n'existaient pas, et le terme *formation* n'est applicable qu'au fait de l'apparition d'une ou de plusieurs espèces de corps bruts, de composés chimiques.

5. On observe la naissance des éléments anatomiques :

a. Dans l'*ovule* fécondé, devenu par là un individu nouveau : c'est cet ovule qui en fournit les matériaux, c'est aux dépens du *vitellus* qu'ils naissent;

b. Dans le *corps de l'être déjà formé,* soit encore à l'état d'embryon ou à l'état fœtal, soit devenu adulte. C'est par la naissance des éléments anatomiques dans l'ovule qu'a lieu la

génération de l'organisme; c'est par la naissance des éléments anatomiques dans l'être dérivant de l'ovule, combinée au développement de tous ces éléments, qu'a lieu l'accroissement de l'organisme entier.

Que l'on se figure, au moment de la fécondation, un ovule composé de son vitellus que protége la membrane vitelline ; représentez-vous, d'autre part, le *jeune* au moment de sa naissance ou la graine au moment de sa maturité. Cet être est composé d'éléments anatomiques bien constitués, et pourtant rien de visible n'est entré dans cet organisme, nul élément anatomique n'y a pénétré du dehors et tout formé, ce n'est que molécule à molécule, que lui sont arrivés au travers des membranes d'enveloppe des matériaux venus de la mère, ou du dehors si l'être est ovipare.

Puisque dans cet être nul élément n'est entré déjà formé de toutes pièces, et que pourtant le fœtus a grandi beaucoup, ne faisant que dilater ses enveloppes sans en sortir, tout est donc né dans l'œuf : 1° soit directement, à l'aide et aux dépens du vitellus; 2° soit par génération de toutes pièces, à l'aide de matériaux venus molécule à molécule du dehors. Ce sont là les seuls cas de génération spontanée qui soient connus, c'est-à-dire que ce sont des générations de toutes pièces des parties élémentaires d'un être au sein de cet être déjà engendré; car lorsqu'il n'est pas encore formé, ses éléments dérivent directement de la masse du vitellus. Or, le vitellus est la portion fondamentale de l'ovule, qui est lui-même déjà né de toutes pièces, molécule à molécule, à la manière des éléments anatomiques dont nous parlons, dans un organisme déjà arrivé à un certain degré de développement.

6. L'organisme étant composé d'éléments anatomiques, on voit que sa naissance est caractérisée par une génération d'éléments anatomiques. C'est ainsi que l'apparition de ceux-ci et celle de l'être nouveau se confondent en un point; c'est ainsi que dans les actes élémentaires de l'économie nous trouvons à l'état d'ébauche et de simplicité la plus grande et la plus facile à saisir les phénomènes les plus complexes qu'il faut étudier à l'autre extrémité de la physiologie; c'est ainsi enfin que dans l'examen des phénomènes de naissance des éléments anatomiques il faut répéter un

certain nombre des faits qui concernent l'origine de l'embryon; ou en sens inverse, en traitant de ce dernier phénomène, on est conduit à reproduire certaines des données relatives à la génération des éléments. Mais ce n'est pas là une répétition, c'est un rappel de faits déjà connus sur lesquels on s'appuie.

Lorsque l'être quitte ses parents, ou sort de ses enveloppes, il est bien plus grand que l'ovule dont il dérive, et dans lequel rien n'a pénétré que molécule à molécule par endosmose; donc tous les éléments n'ont pu dériver du vitellus même.

Une fois la substance du vitellus épuisée, il a dû naître des éléments à l'aide d'autres matériaux; donc au mode de provenance des éléments aux dépens du vitellus directement a dû succéder un autre mode de naissance différent du premier. C'est en effet ce que l'on observe.

Ces phénomènes ne se suivent pas avec alternatives de brusque cessation de l'un et de subite apparition de l'autre; ils coexistent souvent, seulement l'un est à son déclin quand l'autre commence, et toujours l'un s'accomplit sur une espèce d'éléments, et l'autre sur une espèce différente, car les individus d'une même espèce d'éléments ne naissent pas de deux manières diverses.

7. Il est donc une époque de l'existence individuelle où l'être, appartenant en quelque sorte encore à celui qui l'a produit, n'est représenté que par le vitellus. Pour être plus exact, l'individu nouveau n'existe pas encore; l'intervention des spermatozoïdes ou cellules embryonnaires du mâle, dont la substance se mêle à la sienne, est encore nécessaire. Le vitellus fécondé, c'est-à-dire mélangé molécule à molécule à la substance des spermatozoïdes liquéfiés : telles sont les conditions de l'individualisation des premiers éléments anatomiques de l'embryon. Plus tard, à la place du vitellus, se trouvent les *globes vitellins* ou *sphères vitellines*, qui lui succèdent et dérivent directement de sa substance par segmentation pour passer à l'état de cellules de la vésicule ombilicale et du blastoderme.

Ces dernières présentent à leur tour les conditions nécessaires à la naissance des cellules dites *embryonnaires*, qui leur succèdent directement. Quant aux principes immédiats qui servent à

leur accroissement individuel, ces cellules les empruntent à la mère ou aux milieux ambiants, selon les espèces animales dont il s'agit.

L'embryon se trouve de la sorte, pendant un certain temps, constitué entièrement par des *éléments ayant forme de cellule.* Il en est ainsi jusqu'au dixième ou douzième jour, après la fécondation, chez beaucoup de mammifères (1). Mais alors il ne renferme encore qu'une ou deux espèces d'éléments (*cellules embryonnaires* et *cellules de la notocorde*), et non toutes celles qui plus tard concourront à sa constitution; l'une de ces espèces même (les cellules embryonnaires) disparaît bientôt.

(1) Le nom de *théorie cellulaire* pourrait être réservé pour désigner ce fait général ou loi, que les éléments anatomiques définitifs de tous les végétaux et animaux sont précédés d'éléments anatomiques offrant l'état de *cellule.* Tous les êtres qui naissent d'un ovule commencent par être entièrement composés de cellules qui dérivent du vitellus; dès que l'embryon qu'elles constituent atteint un volume déterminé dans chaque espèce, d'autres éléments anatomiques définitifs et permanents succèdent aux cellules embryonnaires qu'ils remplacent. La présence et la préexistence de ces cellules sont les conditions indispensables de la naissance de ces éléments définitifs et ayant forme de fibres, de tubes, etc., sans que pourtant elles produisent directement ces derniers ou qu'ils en soient les restes; c'est ce que prouve l'observation, et ce fait qu'ils sont bien plus nombreux que les cellules qui les ont précédés. Plus loin seront exposés les phénomènes de leur naissance. L'expression *théorie cellulaire* ou *théorie des cellules* se trouve pour la première fois dans Valentin (*Repertorium für Anatomie und Physiologie*, Bern, 1839, in-8, t. IV, p. 283) à propos de l'analyse qu'il donne du travail de Schwann. Tous les auteurs, à partir de cette époque, ont désigné par ces mots : 1° le fait précédent dont la démonstration est due à Schwann plus qu'à tout autre; 2° les phénomènes de la naissance des éléments anatomiques, tant cellules embryonnaires qu'éléments définitifs, ces derniers étant considérés à tort comme provenant directement (par métamorphose) des cellules qui les ont précédés; car elles ne sont que la condition de leur genèse; 3° les phénomènes dits de la métamorphose, en comprenant sous ce nom ceux du développement des éléments anatomiques. Il n'est pas besoin de montrer plus longuement que l'on ne saurait, sans erreur, confondre plus longtemps des choses aussi diverses sous une même dénomination. (Voy. Ch. Robin, *Observations sur le développement de la substance et du tissu des os*, dans *Compt. rend. et Mémoires de la Société de biologie.* Paris, 1850, in-8, p. 119.—*Du microscope et des injections.* Paris, 1849, 2e partie, p. 181 et suiv.) On sait du reste que dès 1837 Dutrochet avait dit : « Les corpuscules globuleux qui composent par leur assemblage tous les tissus organiques des animaux, sont véritablement des cellules organiques d'une excessive petitesse, lesquelles ne paraissent être réunies que par une simple force d'adhésion: ainsi tous les tissus, tous les organes des animaux, ne sont véritablement qu'un tissu cellulaire diversement modifié. » Et il donne comme exemple les faisceaux musculaires, les fibres du tissu cellulaire, etc., qui ne seraient que des cellules allongées, comme les cellules qui forment les vais-

Peu après, au lieu des cellules embryonnaires, ce sont les noyaux embryoplastiques qu'on trouve serrés les uns contre les autres, maintenus réunis par une petite quantité de matière amorphe granuleuse et composant les parois ou la masse des organes qui apparaissent alors. Ils succèdent graduellement et avec rapidité à ces cellules, mais n'en dérivent pas (1).

On voit ensuite naître les cellules de la notocorde et la substance homogène de son enveloppe, alors qu'elles n'existaient pas auparavant, et sans qu'elles dérivent directement des noyaux embryoplastiques ni des cellules embryonnaires persistant encore vers les surfaces interne et externe du corps de l'embryon.

seaux des plantes. Il ajoute encore : « Tout dérive évidemment de la cellule dans le tissu organique des végétaux, et l'observation vient de nous prouver qu'il en est de même chez les animaux. » (Dutrochet, *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des végétaux et des animaux*. Paris, 1837, in-8, t. II, p. 468. — *De la structure intime des organes des animaux, etc.*) Mais les faits qu'il donnait à l'appui de ces vues étaient moins probants que ceux invoqués par Schwann. L'hypothèse de l'existence d'un lien généalogique direct des éléments anatomiques définitifs avec une seule espèce de cellule type (provenant ou non elle-même depuis l'origine des choses de cellules semblables) est contredite par l'observation, ainsi que nous le verrons plus tard.

(1) C'est le fait de cette *genèse* ou génération de toutes pièces d'éléments nouveaux à la place et aux dépens de ceux qui disparaissent en se liquéfiant, qui a reçu le nom de *génération par substitution*. Comme la liquéfaction, cette substitution est graduelle. Dans le cas qui nous occupe, le nom de *naissance par substitution*, ou mieux dans des conditions de substitution, *avec substitution*, indique uniquement le fait des conditions dans lesquelles a lieu une naissance par génération nouvelle, spontanée en fait, d'éléments anatomiques, nouveaux par rapport à ceux qui les précèdent et définitifs, qui prennent la place des cellules transitoires de l'embryon. Cette dénomination par conséquent désigne ce qui se passe en même temps et avant qu'ait lieu la naissance de ces éléments, ce qui la favorise ainsi que ce qui en résulte, savoir : le remplacement de certaines cellules qui se liquéfient ou se résorbent par des éléments d'une autre espèce, tant chez l'embryon principalement que chez l'adulte ensuite. (Ch. Robin, *Mémoire sur le développement des spermatozoïdes, des cellules et des éléments anatomiques des tissus végétaux et animaux*, journal *l'Institut*, n° 759. Paris, 1848, in-4, vol. XVI, p. 214.) La *substitution* d'éléments anatomiques qui naissent, à d'autres qui disparaissent, s'observe dans un grand nombre de cas, postérieurement à l'état embryonnaire et chez l'adulte, mais toujours dans des circonstances morbides. Tantôt les éléments qui existaient disparaissent devant ceux qui se multiplient outre mesure et les compriment, comme le ferait une poche anévrysmale qui, en se distendant, détermine l'atrophie et la résorption du tissu osseux: tel est le cas dans lequel les cellules épithéliales des tumeurs prennent la place des autres éléments et envahissent, suivant l'expression reçue, le tissu du derme, des muscles et autres organes voisins.

Puis apparaît la substance homogène des masses cartilagineuses des corps vertébraux, substance englobant des noyaux qu'elle sépare les uns des autres et qu'elle retient dans autant de petites cavités remplies par ces noyaux même. Cette génération débute et se continue pour les autres cartilages, au sein d'un tissu dans lequel n'existent déjà plus de cellules embryonnaires. Il en est à plus forte raison de même des autres espèces d'éléments dont la naissance est postérieure à celle des précédents à une époque où il ne reste nulle part dans le fœtus des cellules embryonnaires. Telle est dans l'ordre de leur apparition successive celle des fibrilles musculaires du cœur existant avant les cartilages, celle des fibres-cellules, des tubes du myolemme, puis des fibrilles musculaires; celle des fibres lamineuses et des fibres élastiques; celle des myélocytes, des cellules nerveuses multipolaires centrales et périphériques, ainsi que des tubes nerveux attenants. Telle est encore plus tard celle de la substance osseuse au centre de chacun des cartilages précédant les os de même forme, à une distance relativement grande de la surface périchondrique ou périostique de ces cartilages; puis postérieurement encore celle des médullocelles et des myéloplaxes au centre de ces os eux-mêmes.

Telle est enfin celle des parois propres des diverses espèces de glandes successivement, du rein, du testicule, etc.

8. Ainsi toutes les espèces d'éléments anatomiques n'apparaissent pas en même temps. Chacun naît en son lieu, en son temps et à sa manière, de même aussi que chacune a sa manière d'agir et de se modifier soit avec l'âge, soit accidentellement. Chacune naît lorsque celles qui sont nées avant elle représentent l'ensemble des conditions nécessaires pour la génération de quelque autre espèce entre elles ou dans leur voisinage; ou sous un autre point de vue : la progression croissante du nombre et du volume des derniers éléments apparus à compter des cellules embryonnaires représente une partie de l'ensemble des conditions nécessaires à la genèse des espèces qui naissent successivement; conditions qui d'abord d'une influence énergique et rapide diminuent d'intensité à mesure que ce nombre et ce volume sont

de plus en plus près d'être atteints, sans toutefois jamais disparaître complétement.

9. Lorsque au lieu d'envisager cette succession de phénomènes selon l'ordre de la complication croissante qu'ils apportent dans la constitution de l'organisme, on cherche à voir, pour chaque espèce d'élément, celles qui existaient avant qu'elle apparût, on reconnaît que : les fibrilles musculaires du cœur, les cellules de la notocorde, son enveloppe et les noyaux embryoplastiques sont les seuls éléments qui naissent alors qu'il existe encore des cellules embryonnaires dérivant elles-mêmes tant directement qu'indirectement de la substance du vitellus qui se segmente. Ces éléments seuls pourraient être considérés comme provenant d'une manière immédiate de ces dernières cellules, comme étant le même élément déjà vu antérieurement chez l'embryon avec la forme de cellule, et ayant peu à peu changé d'état. Mais l'observation montre qu'ils n'ont pas commencé par être des cellules embryonnaires.

Il en est à plus forte raison de même des éléments osseux, de ceux de la moelle des os, des tubes glandulaires, etc., qui naissent alors que depuis longtemps il n'y a plus des cellules qui, dans le principe, composaient les feuillets de la tache embryonnaire.

L'observation montre en outre que les noyaux embryoplastiques, les cellules de la notocorde, son enveloppe et les fibrilles musculaires du cœur, les hématies, dont la genèse suit de près la disparition des cellules embryonnaires, ne sont pas des portions de celles-ci, qui se seraient détachées sous une forme différente de celle de l'élément dont elles proviendraient pour subir une évolution propre à les éloigner de plus en plus du type de leur procréateur.

L'observation montre encore que toutes ces espèces distinctes qui naissent successivement ne sont pas au moment de leur apparition semblables entre elles, sous forme de cellules d'un type unique, que différencierait le seul développement consécutif à la naissance.

L'observation montre enfin que non-seulement chaque espèce

a, par rapport aux autres, une époque qui lui est propre pour apparaître alors qu'elle n'existait pas auparavant, mais que chacune commence à se montrer dans un lieu déterminé de l'économie, d'une manière spéciale à chacune d'elles; de même chacune, après son apparition, a son mode particulier d'évolution.

10. Non-seulement toutes les espèces d'éléments ne naissent pas simultanément dans l'ovule, mais encore tous les éléments d'une même espèce qui existeront un jour n'apparaissent pas en même temps. La propriété de naissance n'est pas bornée aux phases embryonnaires de la vie, mais se continue au contraire jusque chez l'adulte et même chez le vieillard, comme le montrent les faits de cicatrisation à l'âge le plus avancé. Seulement, rapide et énergique dans les premiers temps de la vie individuelle, elle se ralentit graduellement, et cela alors surtout que le développement des éléments qui viennent de naître progresse davantage. On peut voir aussi que la génération de certaines espèces d'éléments se ralentit pendant que celle des autres se montre plus active. C'est de cette génération de nouveaux éléments jointe au développement de ceux qui existent déjà, que résulte l'accroissement normal du corps, tandis que c'est leur naissance avec aberration de nombre, de lieu et d'époque qui amène l'apparition des produits morbides appelés tumeurs solides.

Sous ces divers rapports, les phénomènes du développement des éléments anatomiques, moins complexes que ceux de leur naissance, offrent plus de régularité que ces derniers.

11. La nature du phénomène capital que désigne le mot naissance est déjà plus complexe que celle des autres propriétés de la vie végétative. Elle est telle que le terme naissance, ou toute autre expression générique par laquelle on voudrait le remplacer, pourra toujours prêter à équivoque si l'on ne tient compte des conditions dans lesquelles se passe l'acte qu'il désigne. Sous ce rapport il a une triple attribution en physiologie générale, comme dans le langage vulgaire, car il désigne : 1° Tantôt que de la substance organisée ou un être vivant préexistant donne directement naissance à des éléments anatomiques ou à un autre être;

c'est à ce fait que correspondent les mots *donner naissance*, *reproduire*, *reproduction*, *produire et production*, *mettre au monde*. 2° Tantôt que des éléments anatomiques ou un être organisé préexistants déterminent l'apparition d'autres éléments ou d'autres êtres, alors que quelques instants plus tôt ceux-ci n'existaient pas ; c'est à la désignation de ce fait que sont destinés les mots *genèse*, *épigénèse*, *autogénèse*, *génération*, *naître*, *apparaître*. 3° Il désigne enfin le fait de cette naissance, de cette apparition pris en lui-même, quel qu'en soit le mode, comme lorsqu'on dit d'un élément qu'il a la propriété de naître d'après le mode dit de *genèse* ou d'après celui dit de *reproduction*.

Quel que soit le mode d'après lequel a lieu la génération des éléments anatomiques, le résultat premier du phénomène est la *multiplication* ou *propagation* de ces derniers ; sa conséquence seconde est l'apparition de tissus, lorsqu'il s'agit de l'embryon, et l'*accroissement* de ces parties complexes, lorsqu'elles existaient déjà ; mais à ce dernier fait se joint en outre le développement des éléments qui viennent de naître.

La naissance n'est en aucune manière une suite, une conséquence nécessaire du développement. Cette faculté semble, il est vrai, résulter de l'obligation de mourir plutôt que celle-ci ne dérive de l'instabilité de la composition matérielle. En effet, sans une telle compensation, chaque espèce disparaîtrait bientôt.

Mais cette nécessité est loin d'expliquer le privilége qui permet à tout élément anatomique vivant d'en faire naître un autre essentiellement semblable à lui ; car aucune contradiction n'empêcherait de concevoir autrement la conservation des espèces, si les corps organisés émanaient directement des matériaux inorganiques. Sans que ces suppositions soient radicalement contraires à aucune loi, l'observation scientifique ne les a jamais confirmées, malgré les fréquentes apparences bientôt détruites par un examen approfondi.

Ainsi l'ensemble de ces trois propriétés fondamentales de la matière de tous les êtres organisés (nutrition, développement, reproduction) caractérise, d'une part, l'existence actuelle (*nutrition*) ; de l'autre, le *développement* successif. Celui-ci aboutit à

deux résultats généraux, dont le *second* suppose le premier, sans en émaner : d'un côté, la *mort ;* de l'autre, la *reproduction*. La succession normale de ces deux ordres de phénomènes forme le système des trois grandes lois biologiques, sur la *rénovation matérielle*, la *destruction individuelle* et la *conservation spécifique* (1).

12. Il y a de la nutrition et du développement, si l'on peut ainsi dire, dans le phénomène de la naissance des éléments anatomiques ; mais il y a de plus un fait capital et caractéristique, c'est celui de l'apparition d'un nouvel élément anatomique, qui s'individualise, alors qu'il n'était pas, et s'ajoute à ceux qui préexistaient. Nous n'avons rien vu et il n'y a rien dans la nutrition qui puisse

(1) Comte, *Philosophie positive*. Paris, 1838, in-8, t. III, p. 689. La *naissance*, y compris la *reproduction* et la *régénération*, ne saurait être confondue sans erreur grave avec la *rénovation moléculaire continue* ou *nutrition ;* et définir celle-ci par la première, comme on l'a fait si souvent depuis Harvey et Leibnitz (voy. *Nouvelles lettres et opuscules inédits de Leibnitz*, Paris, 1857, in-8, *Introduction*, par M. Foucher de Careil, p. LXXVI et suiv., et p. 412-435), n'est qu'une manière de reculer une difficulté, faute de pouvoir la résoudre. Dans la nutrition, les éléments anatomiques, sans cesser d'être les mêmes individuellement, sans disparaître de l'économie, sont le siége d'un remplacement matériel, molécule à molécule, de la matière devenue inapte à servir davantage et qui se désassimile, remplacement par des principes immédiats qui n'ont pas encore été utilisés. Dans la génération, c'est l'apparition de substance organisée, amorphe ou à l'état d'éléments anatomiques figurés qui n'existait pas, ou qui, ayant existé, n'existe accidentellement plus comme dans le cas de la *régénération* ou cicatrisation. Si ces deux phénomènes n'en faisaient qu'un, l'économie durerait toujours : car, dans le cas où la nutrition serait *une génération continue*, il y aurait remplacement incessant de toutes pièces, par *néo-genèse* de parties n'ayant pas encore servi ; ou bien, en cas d'identité de celle-ci avec la nutrition, ces parties supposées préexistantes et apparues on ne sait comme, ne feraient que renouveler leurs principes immédiats, sans qu'il y eût possibilité de *régénération* des parties enlevées, comme dans le cas de la cicatrisation des brûlures, etc., autrement que par allongement des éléments restants, ce qui n'est pas. La nutrition seule exprime réellement dans l'économie ce que Leibnitz entend sous le nom de *loi de continuité*, et cela par la série de phénomènes rigoureusement de même ordre qu'elle représente tant que persistent certaines conditions de composition immédiate de la substance organisée et de circonstances extérieures à cette dernière. Le développement qui fait suite en quelque sorte à la nutrition présente à un moment donné un temps d'arrêt qui interrompt cette continuité ; si la naissance par *reproduction* se lie à un certain degré de développement des éléments qui se reproduisent ainsi, elle interrompt cette continuité du développement par son fait même ; quant à la naissance par genèse, elle n'est en rien continue à la nutrition des éléments qui précèdent ceux dont l'apparition a lieu à un moment donné.

être comparé à ce fait et qui puisse autoriser à dire que celle-ci est une génération continue.

Rien ne sépare plus nettement la génération du développement que ce fait-là ; rien ne prouve mieux que l'un ne saurait être, sans erreur, considéré comme un pur *quantum* de l'autre, et qu'il doit être regardé comme une qualité, une perfection de la substance organisée, devenant une force dans certaines conditions. Tous deux sont des cas particuliers de l'activité de la substance organisée, appelée vie (lorsqu'elle est considérée d'une manière générale), mais ce sont des cas distincts.

Les unes et les autres des trois propriétés végétatives de la substance organisée restent inexplicables, tant qu'on cherche en dehors de toute observation à les réduire à l'unité, à des questions de grandeur, de quantité ou de forme, aussi bien que lorsqu'on veut les étudier sur les éléments anatomiques arrivés à leur état adulte ou stationnaire, sans suivre à cet égard la courbe qu'ils tracent dans leur mouvement, si l'on peut dire ainsi, de leur début jusqu'à leur fin.

13. Considérer les propriétés générales de la matière comme réductibles à une seule, les molécules des divers éléments chimiques comme constituées par la condensation d'une matière unique ; regarder les différentes espèces d'êtres organisés comme des métamorphoses d'un seul être sur lequel, en reculant peu à peu, on rejette toutes les difficultés relatives à la première apparition ; vouloir que les éléments anatomiques végétaux et animaux, doués d'innervation, de contractilité ou non, dérivent directement de la substance de leurs antécédents d'une seule manière et sous une forme unique ; supposer qu'ils n'acquièrent la diversité, qu'on ne peut leur refuser, que par un développement dans des directions différentes à partir de ce type unique : ce sont là autant d'hypothèses qui sont communes à toutes les sciences, mais seulement en raison du fond commun d'organisation intellectuelle de ceux qui les cultivent. Elles se répandent avec d'autant plus de facilité, que leur admission supprime toute nécessité d'observations nouvelles, confirmatives ou non des sujets qu'elles concernent.

Du reste, en dehors de l'examen de la réalité, ces idées ne laissent pas que de sembler des plus logiques, parce que notre esprit passe par transitions insensibles de la considération d'un être ou d'un phénomène à celle d'un autre. Mais ce n'est là faire autre chose qu'attribuer à ce qui est placé hors de nous ce qui se passe en nous; considérer comme se passant à l'extérieur ce qui a lieu dans le sujet qui pense; c'est, en d'autres termes, regarder l'enchaînement logique d'*une* succession d'idées suscitées en nous individuellement par une succession d'êtres ou de phénomènes, comme indiquant aussi l'existence d'un seul être et d'un seul phénomène. Mais ce type abstrait n'existe pas; il est de création humaine et sans utilité actuellement qu'est connue la réalité. L'unité n'est pas dans les objets ni dans les phénomènes dont ils sont le siége; c'est la diversité qui s'y trouve. L'unité est dans un autre ordre de choses, dans un ordre de choses plus élevées; elle est dans les rapports scientifiques et philosophiques qu'établit l'esprit humain pour exprimer le vrai déjà connu et aider à la recherche de l'inconnu.

Quant aux éléments anatomiques, chaque espèce a son autonomie des plus nettement caractérisées, son individualité propre, sa manière de naître, de se développer, de se nourrir, qui fait qu'une fois la série de ces actes commencée, il la suit immuablement, sauf des variations qui ne l'entraînent hors de la constante que dans des limites toujours susceptibles d'être déterminées. Dans ces variations accidentelles, les divers éléments et tissus d'un même organe peuvent être malades chacun à sa manière, fait qui, à lui seul, montre que dans l'état sain les éléments et les tissus distincts offrent nécessairement des modes distincts d'existence dont la vie de l'organe est réellement composée.

Cette notion met également à néant l'idée de la réduction des divers éléments anatomiques et de leurs modes de naissance à un seul type, car on ne peut pas ramener à un seul leurs modes d'agir, de s'altérer, etc.

14. De même que chaque espèce d'élément anatomique observée à l'état adulte remplit un rôle physiologique qui lui est propre en rapport avec une constitution organique spéciale, chacune d'elles aussi a son individualité jusque dans les moindres

détails, relatifs au lieu, au mode et à l'époque de sa naissance, de son développement et de sa nutrition. Rien de plus frappant que de suivre chaque élément sous ces divers rapports, et surtout de constater qu'ils n'ont pas une seule et même origine. Rien de plus important en outre à connaître, pour arriver à interpréter exactement les phénomènes plus complexes qui ont pour condition d'existence les actes élémentaires dont il vient d'être question. Mais comme il existe un certain nombre de faits communs à la naissance et à la reproduction de l'ensemble des espèces d'éléments anatomiques, il importe d'en donner une description générale.

§ III. — De la naissance de la substance organisée, et de la reproduction des éléments anatomiques.

15. Les éléments anatomiques amorphes ou figurés apparaissent de la manière suivante dans certaines conditions données, dont il sera question plus loin.

Au sein d'un liquide ou entre des éléments anatomiques amorphes ou figurés, rien n'existant que le plasma d'une humeur ou un blastème, certains de leurs principes immédiats s'unissent presque subitement molécule à molécule, les uns aux autres, en une substance solide ou demi-solide, amorphe ou figurée.

Sans provenir directement d'aucun des éléments qui les entourent, des individus nouveaux surgissent de toutes pièces, par génération nouvelle, à l'aide et aux dépens des principes fournis par ces derniers, qui s'associent d'après certaines lois déterminées de l'attraction moléculaire, en un ou plusieurs corps solides ou demi-solides.

Les éléments qui se montrent ainsi ne se détachent d'aucun autre, mais pour naître ils ont besoin de ceux qui les précèdent, ou qui les entourent au moment de leur apparition, comme condition d'arrivée et d'élaboration des matériaux qui abandonnent ceux-ci pour se réunir en corps organisés, individuellement et parfois spécifiquement distincts de leurs antécédents.

Rien de plus frappant et de plus important que la connaissance

de ce fait qui caractérise la naissance proprement dite ou genèse (1) des éléments anatomiques végétaux et animaux.

Ainsi la naissance de la substance organisée est une *genèse ;* elle a pour résultat l'apparition rapide, dans certaines conditions données, de corps particuliers distincts et séparables de ceux qui les entourent. Ces corps sont des éléments anatomiques, soit figurés, soit à l'état amorphe.

(1) Le terme *genèse* est employé depuis longtemps en physiologie générale pour désigner la naissance des éléments anatomiques, des organes et des tissus. (Voyez Valentin, *Genese der Bluthentheile*, in *Repertorium für Anat. und Physiol.* Berlin, 1836, in-8, t. I, p. 50.—Schleiden, *Beiträge ueber die Phytogenesis*, in *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1838, p. 137.—Valentin, *Beobachtungen über die Genesis der Gewebe*, dans R. Wagner, *Lehrbuch der Physiologie.* Leipzig, 1839, in-8, *Erste Abtheilung*, p. 132. — Reichert, *Bericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie*, in *Archiv für Anat. und Physiol.* Berlin, 1841, in-8, p. 163.) L'absence de notions exactes sur les lois d'après lesquelles, au point de vue statique ou anatomique, comme au point de vue dynamique ou physiologique, chaque organisme devient un tout complexe formé de parties diverses, mais solidaires, est cause qu'on retrouve partout depuis Leibnitz cette tendance à vouloir faire de l'économie vivante une chose simple, et à substituer la notion d'unité et par suite d'homogénéité confuse à celle de solidarité de parties et d'actes divers. C'est ainsi que non-seulement les physiologistes ont depuis Leibnitz confondu la génération et le développement avec la nutrition, ce qui pouvait être excusable alors, mais encore ils en sont venus à supprimer la notion de naissance en considérant ce phénomène comme étant identique avec le développement : or il est manifeste qu'une pareille assimilation de choses diverses équivaut à leur suppression. Il y a là une erreur de logique, commise faute de connaître la réalité, et que l'observation la plus élémentaire vient relever. Toutefois les physiologistes modernes qui ont commis cette erreur ont par elle été conduits à interpréter les faits qui la renversent dans un sens tel qu'on croirait au contraire qu'elle représente la vérité. Ils ont en effet soumis à des hypothèses émises avant qu'on connût la réalité, les faits observés depuis qui infirment celles-là. C'est ainsi que les auteurs modernes répètent tous avec Burdach que : « *Dans le règne organique, se produire est un acte continu, la* FORMATION *est un* DÉVELOPPEMENT, *un perfectionnement graduel et progressif tenant à l'acquisition d'une diversité plus grande et d'une individualité plus élevée.* » Cet auteur revient incessamment sur cette idée appuyée, il est vrai, sur des faits imparfaitement observés, bien qu'il la contredise lorsqu'il se trouve en face d'autres observations, ainsi que nous le verrons ; puis, conséquent avec lui-même, il ajoute : « *Le développement est donc une véritable* MÉTAMORPHOSE : *ce n'est pas seulement la matière, mais c'est aussi la forme qui présente ici le caractère de chose transitoire ou d'accident, et il n'y a que la force vitale qui ait la pérennité, qui soit la substance.* » (Burdach, *Physiologie.* Paris, 1839, in-8, t. IV, p. 153-154.) Bien qu'on se soit efforcé depuis de valider ces hypothèses anatomiquement et physiologiquement, par les moyens les plus divers et en cherchant ainsi à leur donner un caractère de nouveauté qu'elles n'ont pas, nous verrons que l'observation les contredit formellement.

16. Les éléments anatomiques amorphes peuvent, suivant les espèces auxquelles ils appartiennent, tantôt rester amorphes, tels qu'ils sont nés, en se développant plus ou moins, tantôt s'*individualiser* en éléments anatomiques figurés, distincts, appartenant tous à ceux qui ont forme de cellules.

Cette *individualisation* est toujours une *division* de ces espèces de substances, amorphes par elles-mêmes ; cette individualisation est généralement précédée de la genèse, au sein de la substance même, de noyaux qui servent de centre, autour de chacun desquels la matière amorphe se divise en cellules, ou dont la division est, au contraire, le point de départ de celle de la substance qui s'individualise.

Cette division s'opère de deux manières, savoir : par scission ou segmentation proprement dite de la masse de matière amorphe, ou par production de prolongements ou gemmes qui se séparent de la masse. Cette division par scission et par gemmation, qui a pour résultat l'individualisation de certaines substances amorphes en cellules, s'observe également sur ces cellules mêmes. Dans ce cas, elle a pour résultat la production d'un nouvel individu, semblable à celui dont il provient, c'est-à-dire la reproduction de celui-ci ; mais, au fond, cette division ne diffère en rien de celle qui amène l'individualisation en cellules des substances amorphes ; il n'y a de différent que la forme et les dimensions des parties qui se divisent.

C'est ainsi que la *reproduction* lie le présent au passé ; mais elle n'est que la répétition de l'individualisation d'une chose qui existait déjà, d'un élément apparu par genèse et déjà individualisé, auquel il est toujours nécessaire et toujours possible de remonter expérimentalement (1).

La reproduction n'est une naissance que par rapport à l'individu nouveau qui se sépare de celui qui est déjà né ; par rapport à celui-ci, elle est une *production ;* mais, en elle-même, elle n'est qu'une individualisation répétée ; elle est un résultat de phé-

(1) L'étude des phénomènes de naissance et de ceux du développement des éléments anatomiques suppose connus un certain nombre de faits qui sont communs à l'ovule

nomènes de division ou de gemmation, d'éléments anatomiques figurés, qui, ceux-ci existant, peut avoir lieu ou ne pas survenir.

17. On voit donc que dans la naissance proprement dite ou genèse des éléments anatomiques, l'individualisation est immédiate ou médiate, c'est-à-dire que, dans ce dernier cas, la genèse d'une certaine quantité de matière organisée amorphe est suivie de phénomènes d'individualisation ; ces derniers sont plus ou moins tardifs, et, par suite, ont pu être pris pour le fait même de la naissance, comme la répétition de l'individualisation ou reproduction a pu être confondue aussi avec le fait essentiel qui est la genèse.

La genèse est le phénomène primordial et dominant; l'individualisation par segmentation ou par gemmation, avec ou sans genèse préalable d'un noyau, est un fait consécutif, contingent, qui peut même ne pas avoir lieu. L'étude du premier peut être séparée de celle du second; mais celui-ci, bien que distinct de l'autre sous le rapport de ses phases, des conditions qui les déterminent et des dispositions morphologiques qui permettent de les suivre, est dominé par le premier, la genèse, et par les condi-

de tous les êtres qui se reproduisent par œuf, tant végétaux qu'animaux. Je les ai exposés dans mon *Histoire naturelle des végétaux parasites* (Paris, 1853, p. 194 et suiv.) L'ovule est un *produit* de l'être vivant, déjà arrivé à un certain degré de développement dont l'évolution a pour résultat la *reproduction* de cet être. Comme tous les produits, à peu d'exceptions près, il commence par l'état de *cellule*, c'est-à-dire d'élément anatomique des plus simples. Mais cette cellule, une fois née par genèse ou génération de toutes pièces, se développe peu à peu et cesse bientôt de représenter une cellule proprement dite en tant qu'élément anatomique. Au point de vue morphologique ou de la conformation, c'est bien encore une cellule, puisqu'il y a une paroi (membrane vitelline) et une cavité pleine d'un contenu (*vitellus*); mais, au point de vue ORGANIQUE, il est devenu un *produit spécial*, un *organe* faisant partie de l'appareil générateur; *organe* des plus simples parmi les *organes* connus, puisqu'il n'est souvent guère plus complexe qu'un élément anatomique, mais ne remplissant pas moins un *usage* particulier et des plus importants. Ce produit, comme la plupart des produits, est expulsé ou s'atrophie dès qu'il est arrivé à un certain degré de développement, qu'on appelle *maturité*. Il se perd, se détruit donc, à moins que, par suite de la pénétration des spermatozoïdes ou du contact des boyaux polliniques, ce développement de l'ovule ne se continue par individualisation (à l'aide et aux dépens du *vitellus* ou de son analogue dans les plantes) d'éléments anatomiques nouveaux qui viennent former des tissus, systèmes, organes, etc.

tions moléculaires qui l'ont amené; aussi, en étudiant le phénomène d'individualisation d'une matière amorphe en cellules, faut-il toujours remonter à celui qui a eu pour résultat l'apparition de la substance qui en est le siége.

18. Rien de plus net et de plus frappant que ces phénomènes, tant envisagés en eux-mêmes qu'au point de vue de la régularité de leur enchaînement, et de leur succession sur chaque espèce dans la série des âges, de leur similitude dans la série des êtres végétaux et animaux.

19. Ainsi : 1° Un organisme étant donné, il peut offrir les conditions nécessaires à la *genèse* d'espèces d'éléments anatomiques amorphes ou figurés, liquides, demi-solides ou solides; il en détermine ainsi la naissance; c'est là le fait qui correspond à l'expression *donner naissance.* 2° Les éléments existants jouissent de la propriété de se diviser ou de produire des gemmes lorsqu'ils sont arrivés à tel ou tel degré de développement et placés dans certaines conditions déterminées. Si les éléments anatomiques qui deviennent le siége de ces phénomènes sont amorphes, leur segmentation et leur gemmation ont pour résultat leur *individualisation* en éléments figurés ayant forme de cellules. Lorsque ce sont des noyaux ou des cellules qui se segmentent ou qui produisent des gemmes, le résultat de ces actes est la *reproduction* de ces éléments anatomiques figurés. Quelles que soient celles des conditions dans lesquelles ont lieu la segmentation et la gemmation, elles conduisent à la *multiplication* des individus : *a.* par la prise de forme de ces derniers, si l'on peut dire ainsi, dans le cas des substances amorphes ; *b.* par *reproduction* d'individus figurés dans celui où la matière, siége de ces phénomènes, est déjà à l'état de cellules ou de noyaux.

C'est à la genèse des éléments anatomiques que se rattache sur l'organisme considéré dans son ensemble la loi d'innéité, que ce fait élémentaire nous offre à l'état d'ébauche, mais de la manière la plus caractéristique. L'innéité est caractérisée par l'aptitude à donner naissance à des individus qui, tout en conservant les caractères spécifiques propres à leurs ascendants, sont cepen-

dant doués d'une organisation et de qualités indépendantes de celles de leurs parents, exceptionnelles en quelque sorte par rapport à celles-ci et en opposition avec les lois habituelles de l'hérédité.

La segmentation et la gemmation des cellules nous offrent au contraire l'ébauche de l'*hérédité directe*, qui lui correspond chez l'adulte ; elle tend à entraîner la similitude la plus complète qu'on puisse concevoir entre le descendant et son ascendant, mais qui ne se réalise jamais complétement, en raison de l'intervention de l'innéité dans la naissance d'un certain nombre des éléments anatomiques de chaque organisme et de celle de diverses autres causes de variations, tenant au milieu, aux aliments, etc.

20. L'examen attentif des définitions précédentes montre facilement qu'elles renferment l'indication des données principales qui doivent conduire à la solution du problème dynamique dont il s'agit, à l'intelligence complète de ces actes végétatifs qui doivent être étudiés dans l'ordre où ils ont été énoncés ci-dessus. Les données à examiner successivement sont : 1° Celles qui concernent les conditions de l'accomplissement de la genèse des éléments en général, de l'individualisation simple ou de la reproduction sur les éléments ayant forme de cellule. 2° Celles qui se rapportent aux phénomènes eux-mêmes de la genèse, de l'individualisation et de la reproduction, si intimement liés les uns aux autres, que leur étude ne peut être que scindée, mais non séparée. 3° Celles qui concernent les résultats de ces actes.

A. *Genèse de la substance organisée amorphe ou figurée.*

21. On donne le nom de genèse au fait de l'apparition d'un ou de plusieurs éléments anatomiques au sein du plasma d'une humeur, ou bien entre des éléments anatomiques qui existaient déjà (1).

(1) Le mode de naissance appelé genèse correspond en fait, au sein de l'être vivant, à ce qu'on appelait *hétérogénie* en parlant de l'apparition d'un organisme ou d'un milieu minéral étranger à toute organisation, alors qu'on ne pouvait guère raisonner que par hypothèse sur les questions de ce genre. Mais au lieu d'être une *géné-*

Ce fait a lieu directement à l'aide et aux dépens des principes immédiats du premier ou de ceux que fournissent les seconds se réunissant moléculairement en une masse amorphe ou de forme déterminée, selon l'espèce d'élément dont il s'agit; forme variable entre certaines limites, selon les conditions dans lesquelles s'accomplit le phénomène.

1° *Conditions de la genèse de la substance organisée amorphe et figurée.*

22. Parmi ces conditions, il en est qui concernent : *a.* l'époque où peut avoir lieu la naissance des éléments anatomiques sur chaque individu ; *b.* d'autres sont relatives au lieu dans lequel se passe le phénomène; leur étude entraîne avec elle l'examen des conditions de température, etc., également nécessaires à son accomplissement, et, par-dessus tout, l'étude de l'origne et de l'état des principes immédiats qui s'associent lors de la genèse.

ration spontanée hétérogénique, c'est-à-dire s'accomplissant hors de l'économie et donnant naissance à des corps dissemblables à ceux déjà connus, c'est une *génération spontanée homogénique*, c'est-à-dire d'éléments anatomiques semblables à ceux des êtres préexistants auxquels on doit les conditions d'accomplissement du phénomène. Ainsi il importe de ne pas confondre en une seule, comme on l'a fait souvent, les notions de *génération spontanée* et d'*hétérogénie*. La génération spontanée est démontrée pour les éléments anatomiques, l'*hétérogénie* ne l'est pas encore pour les organismes; seulement elle peut exister d'une manière relative en quelque sorte, lorsque sur un individu donné on constate la *genèse* d'éléments anatomiques de même espèce que ceux des antécédents ou des autres régions de l'économie, mais différents de ceux même au milieu et au contact desquels ils naissent. On ne connaît encore d'autre exemple de *génération spontanée* d'un corps organisé de forme, de volume et de structure déterminés, que celui de l'apparition par *genèse*, sous les yeux de l'observateur, d'éléments anatomiques de diverses espèces. Les conditions dans lesquelles on observe la genèse sont les seules qui aient permis jusqu'à présent de voir directement se produire, à l'aide et aux dépens d'un blastème amorphe liquide ou demi-liquide, virtuel ou distinct, se produire, disons-nous, un corps organisé de forme, de volume et de structure spécifiques, les uns plus simples, les autres plus complexes que les infusoires végétaux et animaux. Quant à ces infusoires, seuls êtres dont quelques auteurs admettent la génération spontanée, on ne les a pas vus naître dans l'eau, etc., comme les éléments anatomiques dans nos tissus. Ceux qui rejettent comme ceux qui en admettent la génération spontanée ne se préoccupent pas assez de savoir comment a lieu la genèse dans le cas des éléments ci-dessus où elle est observable ; ni de

a. *Des conditions de temps de la genèse de la substance organisée.*

23. C'est par genèse que naît l'ovule, et cela avant la fécondation, et même avant tout acte dit de procréation. C'est par segmentation ou par gemmation de son vitellus que s'individualisent les éléments du blastoderme qui sont tous des cellules, c'est par scission que se reproduisent et, par suite, se multiplient ces cellules. Chez les animaux, c'est par genèse encore qu'apparaissent la plupart des éléments qui, succédant aux précédents, sont ceux de leurs tissus définitifs ; ceux dont la naissance a pour résultat de faire que l'embryon prend forme en acquérant ainsi, en des temps différents, des organes distincts.

Bien que le mode de naissance appelé genèse s'accomplisse naturellement chez l'embryon et le fœtus avec une énergie, une rapidité plus grandes et sur un nombre d'espèces d'élements anatomiques bien plus considérable que chez l'adulte, il importe de savoir qu'il se continue pourtant chez ce dernier.

Ainsi la propriété que possèdent les éléments anatomiques de determiner autour d'eux la naissance d'autres éléments n'est pas

savoir si cette genèse qu'ils admettent pour des êtres vivant librement, a lieu ou non, librement aussi pour les éléments anatomiques qui vivent réunis et solidaires dans les plantes et les animaux. Ce n'est pas qu'on ne puisse arriver à une certitude à cet égard ; seulement les expériences faites jusqu'à présent ne prouvent rien, parce que ce problème biologique complexe exige, pour être résolu, que la question soit étudiée d'abord dans les cas les plus simples où se passent réellement des phénomènes analogues. Ce n'est, en effet, qu'après qu'on aura étudié la genèse de tous les éléments anatomiques de nos tissus partout où elle peut être suivie (ce qui est loin d'être fait) que l'on commencera à posséder les notions convenables pour résoudre la question de l'*héterogenie*, qui consiste à savoir s'il y a réellement, parmi les végétaux et animaux libres plus compliqués ou non que les éléments anatomiques, des espèces qui peuvent *se former* de toutes pièces, molécule à molécule, par *genèse* à l'aide et aux dépens (non plus d'un *blastème* comme ces éléments), mais des matériaux de l'eau et des substances qu'elle tient en dissolution. Ainsi la *génération spontanée* existe, et est démontrée pour certains éléments anatomiques; c'est-à-dire que dans l'organisme vivant se rencontrent les conditions nécessaires pour qu'ait lieu l'apparition de parties constituantes semblables à celles des êtres dont il dérive ; mais on ne l'a pas constatée en dehors de l'économie : de sorte que la *génération spontanée* n'est pas de l'*hétérogénie*. C'est à tort que l'on a confondu ces deux doctrines, dont l'une est démontrée dans les conditions restreintes, mais bien déterminées dont il a été question, tandis que l'autre est encore à l'état d'hypothèse à vérifier expérimentalement avant qu'il soit juste de l'assimiler à la première.

bornée aux périodes embryonnaires et fœtales de l'existence animale ; elle se prolonge sans discontinuité jusqu'à l'époque de la mort, en offrant seulement une diminution graduelle d'énergie.

C'est sur ce fait que repose la possibilité de la *régénération* chez l'adulte d'une portion de tissu détruite, c'est-à-dire de ce qu'on nomme la cicatrisation d'une plaie ; phénomène dont la perfection et la rapidité ne doivent rien aux choses venues du dehors directement, telles que celles dites *cicatrisants*, mais qui est entièrement subordonné à l'état de nutrition régulière ou non dans lequel se trouve l'individu chez qui s'opère la genèse des éléments et qui en fournit les matériaux.

Chez les *animaux adultes* ou du moins ayant déjà une existence indépendante, cette naissance d'éléments anatomiques s'observe en premier lieu d'une manière à peu près continue dans toutes les parties où existent des éléments appartenant au groupe des produits. C'est ce qu'on voit à la surface de la peau et des muqueuses, où elle suffit à la rénovation des épithéliums qui se desquament et tombent incessamment (1).

(1) Une des erreurs de fait et de méthode le plus souvent commise, et qu'il importe le plus d'éviter, est celle qui consiste à confondre la *naissance* des éléments anatomiques avec la sécrétion ; c'est celle que commettent ceux qui parlent de la *sécrétion des globules de pus*, des *cellules de l'épiderme*, des *ongles*, des *spermatozoïdes*, des *ovules*, des *éléments de telle ou telle tumeur*, etc. Il n'y a d'exsudés que des blastèmes à la surface des tissus ou dans les interstices de leurs éléments anatomiques. A ce fait tout particulier, se rattachant à la nutrition, comme tout ce qui concerne les sécrétions, succède ou non, selon les cas, le fait de la naissance. Ce phénomène, la *sécrétion*, est bien différent du premier, la *génération*, et pourtant est confondu avec lui, comme s'il pouvait y avoir sécrétion d'un élément anatomique tout formé, d'un corps solide quelconque. Des éléments une fois nés peuvent être entraînés par le liquide exsudé, comme des cellules épithéliales par le mucus, ou y rester en suspension dans la portion de blastème qui n'a pas servi à la production de ceux-là, comme les leucocytes dans le pus ; mais le fait de la sécrétion du liquide et celui de la naissance plus ou moins rapide des éléments n'en sont pas moins distincts. Nous savons en outre qu'un élément anatomique ne saurait *se développer* s'il n'était déjà né ; que par conséquent se servir du terme *développement* comme synonyme de *naissance* constitue une erreur ; dès l'instant du moins qu'il est reconnu qu'à chaque mot se rattache la notion d'un objet ou d'un phénomène, que les mots entraînent avec eux l'idée correspondante à ces derniers. L'hypothèse de l'*emboîtement des germes* a pu seule conduire à désigner indifféremment par le même mot deux phénomènes aussi radicalement distincts que ceux de naître et de croître ; elle seule a pu les faire considérer comme n'en constituant qu'un. Que l'on réfléchisse, d'autre part, à cette comparaison

On constate, d'autre part, la naissance d'éléments anatomiques dans les *tissus constituants*, tels que le tissu musculaire sur l'animal déjà avancé en âge, sans être pourtant encore adulte, dans le tissu élastique, etc. Elle a lieu encore toutes les fois qu'il y a production d'une cicatrice ou d'un tissu pathologique. Ainsi la propriété qu'ont les éléments anatomiques de *naître* ne s'observe pas seulement chez l'embryon, n'est pas bornée seulement aux premiers temps de la vie ; on la retrouve en outre chez l'adulte dans des conditions diverses, tant normales que morbides.

Ce fait, on le comprend facilement, est des plus importants ; tant qu'il reste ignoré, il devient impossible d'acquérir aucune notion exacte sur la genèse des produits morbides solides. C'est sur sa connaissance que repose l'étude entière du mode de génération et d'accroissement des tumeurs, d'autant plus que l'étude des tissus nous montre que la propriété que possèdent les éléments anatomiques, de naître chez l'adulte, est, comme chez l'embryon, connexe avec celle de présenter, dès leur origine, un arrangement réciproque ou texture spéciale, en rapport avec leur nature de tubes propres glandulaires, de cellules épithéliales ou autres, de fibres, etc.

Tant que ce fait reste ignoré, il est impossible d'avoir une idée juste de la nature des produits morbides. Lorsqu'il s'agit de corps en voie incessante de changements, comme les corps organisés, nous ne connaissons, en effet, la nature dynamique des choses que par leur origine et par leur fin. La nature des tissus sains et morbides ne nous est, par conséquent, révélée que par la science qui nous montre à la fois les éléments qui les composent, leur origine dont elle constate le mode, et leur évolution dont elle suit toutes les modifications successives. C'est ainsi qu'elle montre

non moins vicieuse de la *sécrétion* avec la *naissance*, à l'emploi de ce terme-là comme synonyme de ce dernier, et l'on verra quel trouble des idées doit résulter de cette triple confusion des notions de *génération*, de *développement* et de *sécrétion*. On ne s'étonnera plus dès lors du vague qui règne encore sur les questions les plus importantes de la physiologie normale ou pathologique. On reconnaîtra aussi que ce sujet mérite la peine d'être sérieusement pris en considération, quelque minutieux ou futiles que paraissent ces détails à quelques esprits.

quelle est la nature des produits morbides : 1° en nous faisant connaître leur provenance, c'est-à-dire quel est le tissu sain auquel ils se rattachent par les éléments qui les composent et dans quelles limites ils diffèrent de celui-ci ; 2° en déterminant le mode de leur apparition, les modifications successives des éléments qui les constituent, et comment, en raison de leur accroissement continu, il s'y trouve des éléments qui sont à diverses périodes de leur évolution.

La naissance des éléments anatomiques chez l'adulte reproduit les phénomènes de leur génération chez l'embryon. Elle s'accomplit d'après les mêmes lois, et les phases du développement consécutives à la naissance sont aussi les mêmes que les phases embryonnaires. La connaissance de ce fait est un résultat de l'observation. Il est un des plus importants en pratique que l'on puisse concevoir. Un nombre considérable de phénomènes demeure incompréhensible, si l'on n'en tient compte, et c'est en vain qu'on chercherait alors à s'en rendre raison par quelque hypothèse que ce soit. En effet, puisque les phases de la naissance et de l'évolution des éléments anatomiques chez l'adulte sont les mêmes que chez l'embryon, pour étudier la cicatrisation, qui est la régénération d'un tissu par naissance d'éléments anatomiques divers, il devient manifeste qu'il faut préalablement en connaître la génération. Il n'est pas moins évident que, puisque les tumeurs sont des tissus de production accidentelle, pour connaître la pathogénie des tumeurs ou genèse des tissus morbides, il faut connaître le mode de naissance des éléments anatomiques normaux.

24. On peut observer chez l'adulte la naissance d'éléments appartenant aux *produits*, comme de ceux qui rentrent dans le groupe des *constituants*.

Dans l'un et l'autre cas, le blastème est fourni par l'animal même sur lequel a lieu la naissance des éléments anatomiques, et versé par exsudation au travers des parois de ses vaisseaux capillaires. Seulement, dans le cas des *produits*, il est versé à la surface d'une membrane tégumentaire ou glandulaire, et dans celui des *constituants*, entre les éléments anatomiques nés antérieurement, qu'il écarte les uns des autres.

b. *Des conditions de lieu dans lesquelles s'accomplit la genèse de la substance organisée.*

25. La genèse des éléments anatomiques n'a jusqu'à présent été constatée que dans les plasmas, tels que ceux du sang et de la lymphe, entre les éléments des tissus ou à la surface de ceux-ci, à l'aide et aux dépens des blastèmes qu'ils fournissent, et enfin plus rarement dans la cavité d'autres éléments anatomiques.

26. Nous ne pouvons encore faire de substance organisée, de substance susceptible de vivre ; c'est toujours d'un être qui vit ou qui a vécu qu'elle tire origine. Par conséquent ici il faut aller du connu à l'inconnu, comme dans l'histoire biotaxique de l'organisme pris comme un tout, dont la cause première seule nous échappe, cause sur laquelle une hypothèse quelconque ne pourra jamais être démontrée. Dans l'histoire anatomique de la substance organisée, ou de chacune des parties de l'organisme, il faut donc d'abord connaître sa parenté, c'est-à-dire de quel être elle provient et le lieu qu'elle occupe dans cet organisme. Toujours l'origine doit en être indiquée, et ce n'est qu'en chimie qu'il importe peu de savoir celle de l'espèce décrite. Dans cette science, les composés peuvent être décrits sans qu'il soit besoin de remonter à la source dont ils proviennent, mais il n'en est pas de même en biologie, car les objets qu'elle étudie se présentent constamment dans l'une des deux conditions suivantes. Ou bien il s'agit d'un corps organisé complétement développé, ou bien on observe sur une série d'individus distincts les états successifs correspondant à des phases diverses de leur évolution. Dans le premier cas, on procède du composé au simple, ce qui exige nécessairement la connaissance de la situation des parties du corps que l'on cherche à connaître; dans le second, l'élément ou l'organe se présentent à nous avec une structure de plus en plus complexe, ils sont étudiés du simple au composé, ce qui exige nécessairement que le lieu où ils naissent et se développent soit préalablement connu.

Ainsi, quelle que soit celle des conditions dans lesquelles se

trouvent les corps organisés que nous étudions, il importe que leur situation absolue ou relative soit indiquée avec précision.

C'est par suite d'une longue série d'expériences faites sur des corps ayant eu ou ayant une existence distincte bien démontrée qu'il a été permis de conclure, en trouvant une matière constituée comme nous l'avons vu (1) et conservant des vestiges de son organisation, que cette substance a fait partie d'un être analogue, lors même que sa parenté nous est inconnue (*fossiles*).

27. Les éléments anatomiques existants, quand ils sont placés dans certaines conditions de nutrition et de développement, deviennent la condition de la *production*, *naissance* ou *génération* d'autres éléments, dans leur voisinage, ou bien ils en *reproduisent* directement aux dépens de leur propre substance de semblables à eux.

Je dis « *les éléments existants* », car il n'y a pas d'exemple probant que des éléments anatomiques aient été formés de toutes pièces, séparément, loin d'éléments déjà préexistants; il n'existe pas de preuves irréfutables de la *production artificielle* d'un élément anatomique quelconque, soit cellule, fibre, corpuscule, etc.

J'ajoute « *quand ils sont placés dans certaines conditions de nutrition et de développement* », car l'observation montre qu'un élément anatomique isolé des autres, quoiqu'il continue à vivre pendant quelque temps, ne donne pas naissance à des éléments semblables ou non à lui. Ainsi, par exemple, les fibres musculaires des annélides et autres animaux, les cellules d'épithéliums à cils vibratiles, les spermatozoïdes, etc., séparés les uns des autres, continuent à se nourrir, à se contracter pendant quelques heures, mais ne se reproduisent pas. L'observation montre encore qu'il faut que les éléments soient arrivés déjà à un certain degré de développement, pour qu'ils puissent déterminer près d'eux la production d'autres éléments. Enfin, il faut qu'ils soient placés dans certaines conditions de nutrition, c'est-à-dire que les liquides qui les entourent ou qui prennent part à leur constitution, et qui vont fournir des matériaux pour la production des éléments nou-

(1) Ch. Robin, *loc. cit.* (*Journal de physiologie*, 1860, p. 501).

veaux, soient arrivés à tel ou tel état de composition qui les rend aptes à se réunir en substance solide ou demi-solide d'une configuration déterminée. Ce fait implique, comme on le voit, que les principes immédiats qui se réunissent en substance organisée de telle ou telle espèce ont passé par un *état moléculaire* ou *chimique antérieur*, dont il importe de tenir compte et dont il sera question plus loin (1).

Ainsi, il faut tenir compte : 1° d'une influence spécifique des éléments qui préexistent et entourent celui qui se forme; elle est caractérisée par ce fait, que l'élément anatomique nouveau est généralement semblable à ceux dans la contiguïté desquels il naît. A ce fait élémentaire se rattache chez l'adulte, dans la génération d'un organisme nouveau, la loi de ressemblance aux parents; cette ressemblance est encore bien plus grande pour les cas dans lesquels c'est un élément qui se partage en deux semblables, ou qui donne un bourgeon très-analogue à lui-même, mais déjà quelquefois un peu différent.

2° Il faut encore tenir compte de l'influence du liquide qui fournit les matériaux, et tend à donner un certain degré d'indé-

(1) Personne n'ignore qu'en étudiant les phénomènes moléculaires de la genèse des éléments anatomiques, et tous ceux qui se rattachent à la nutrition, il faut toujours avoir présents à l'esprit : 1° les faits de dimorphisme des corps simples et composés ; 2° et surtout les différences de leurs propriétés qui coexistent avec ces différences de forme qu'entraînent les états antérieurs par lesquels ils ont passé. Les physiologistes doivent à cet égard imiter les chimistes, que l'expérience a conduits là, par une succession de découvertes que nulle supériorité intellectuelle n'avait pu prévoir. Comme exemple de cet ordre de notions, on peut citer, entre plusieurs, celui du soufre qui, dégagé de combinaisons différentes dans des conditions aussi semblables que possible, se manifeste sous des états tout à fait distincts ; c'est-à-dire amorphe ou cristallisable. Sous ces états il affecte des affinités dissemblables vis-à-vis des corps avec lesquels il peut se combiner ; il entre dans une combinaison d'autant plus aisément, qu'il présente d'avance l'état sous lequel on pourra plus tard l'en retirer ; quand il ne présente pas d'avance cet état, il se modifie d'abord au contact des corps avec lesquels il va s'unir, et cette modification préalable lui donne précisément l'état sous lequel on pourra le dégager du composé. (Berthelot, *Recherches sur le soufre*, dans *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*. Paris, 1857, in-4, t. XLIV, p. 338, etc.) Le sélénium, l'oxygène, le phosphore, le carbone parmi les corps simples, offrent des exemples analogues ; les corps composés d'origine organique en présentent davantage encore : c'est ainsi qu'on voit l'acide tartrique droit former avec l'asparagine un composé cristallin, tandis qu'avec l'acide tartrique gauche ce composé est amorphe, incristallisable.

pendance à cette génération ; indépendance à laquelle se rattache la loi d'innéité lorsqu'il s'agit de la naissance du nouvel être envisagé par rapport à ses parents. On doit y rattacher aussi l'influence des milieux extérieurs sur le produit de la génération, influence qui peut faire différer plus ou moins celui-ci de ses parents ; les milieux extérieurs modifient, en effet, d'abord les fluides de l'organisme (qui en sont les milieux intérieurs), et, par suite, naturellement ce qui naît à l'aide de ces fluides.

28. Dans un petit nombre de circonstances normales et plus souvent dans des cas morbides, on voit naître des noyaux et des cellules, non-seulement entre les éléments préexistants, mais dans la cavité pleine de liquide de ceux qui sont naturellement ou accidentellement creux. Les conditions seules de la genèse diffèrent ici de ce qu'elles sont dans les circonstances précédentes, mais le phénomène reste le même ; les différences de lieu et d'origine des principes servant à la naissance de ces cellules ne changent rien à la nature de l'acte ; il s'accomplit comme lorsqu'il s'agit de la genèse des mêmes espèces d'éléments dans les interstices de ceux d'un tissu ou au sein d'un plasma (1).

(1) Depuis Turpin (*Organographie microscopique, élémentaire et comparée, des végétaux. Observations sur l'origine et la formation primitive du tissu cellulaire, sur chacune des vésicules composantes de ce tissu considérées comme autant d'*INDIVIDUALITÉS DISTINCTES *ayant leur centre vital particulier de végétation et de propagation, et destinées à former par agglomération l'*INDIVIDUALITÉ COMPOSÉE *de tous les végétaux dont l'organisation de la masse comporte plus d'une vésicule*, dans *Mémoires du Muséum d'hist. nat.*, Paris, 1826, t. XVIII, in-4, p. 161), depuis Turpin, dis-je, beaucoup d'auteurs ont cherché à expliquer la naissance des éléments anatomiques par l'idée d'un *développement continu supprimant toute idée de naissance proprement dite*, ou par celle d'une *génération de cellules dans d'autres cellules.* Ce n'était là, du reste, qu'une manière de reculer une difficulté, car la plupart ne décrivaient pas comment a lieu le fait de la génération de ces éléments dans les cellules. Turpin est certainement l'auteur qui s'est le plus nettement exprimé sur la manière dont il entendait cette hypothèse. Il rappelle d'abord qu'il a établi que l'*organisation d'un être vivant et celle de ses organes en particulier, ne peuvent s'expliquer qu'autant que l'on suit pas à pas le développement successif de cet être, depuis le premier moment de sa formation jusqu'à celui de sa mort* (*Essai d'une iconographie élémentaire et philosophique des végétaux*, Paris, 1820, in-8°, p. 15). Après avoir indiqué comment il a été impossible d'arriver à des idées exactes sur la nature et sur les analogies des êtres organisés tant que l'on s'est obstiné à n'étudier que des individus tout formés, il admet avec de Mirbel qu'un être quelconque, même l'homme, est toujours une sorte de composé d'êtres plus simples que lui. Il appelle *globuline* les granules inco-

c. *De l'origine des principes immédiats servant à la genèse des éléments anatomiques, et des conditions dites d'état antérieur de ces principes.*

29. D'une manière générale dans la genèse des éléments anatomiques, l'origine des matériaux de leur substance est la suivante :

D'une part, dans les régions où se produisent les substances organiques propres à chaque espèce d'élément anatomique, comme l'élasticine, la géline, la musculine, etc., elles le font à l'aide et aux dépens de substances coagulables du blastème ; rien de plus certain que leur non-existence dans celui-ci. Toutefois il est possible, en outre, que certaines espèces, mais non toutes, se forment ici aux dépens de composés cristallisables, s'unissant ensemble, chez les animaux comme chez les plantes, à l'instant même de l'apparition de chaque élément. Ce fait, du reste, ne peut s'accomplir qu'au contact moléculaire d'autres substances organiques déjà existantes, et même, à ce qu'il paraît, de la substance organisée vivante, mais non en présence des corps cristallisables seulement.

lores ou colorés contenus dans les vésicules du tissu cellulaire des plantes, et les considère comme creux. La globuline naîtrait par *extension de la face interne des parois* de chacune des *vésicules mères* et y serait insérée en séries symétriques. Chaque grain de globuline serait l'origine ou germe propagateur des vésicules futures et de tout corps capable de propager l'espèce. « Un arbre, comme tout autre être organisé, commence par un seul globule. Ce globule, propagateur de sa nature, se creuse, devient vésiculaire ; des parois intérieures de cette vésicule naît par extension une nouvelle génération de globules également propagateurs. Ceux-ci, en grossissant et en remplissant toute la capacité de la *vésicule mère* qui ne peut plus les contenir, font que cette dernière se déchire et verse une génération d'individus nombreux qui forment masse, qui se soudent plus ou moins entre eux, et continuent à leur tour à engendrer de nouveaux individus, à en multiplier le nombre, à augmenter l'étendue de la masse. » (P. 36 du tirage à part.) « Tout corps propagateur, soit végétal, soit animal, ne peut jamais se former isolément dans l'espace d'une cavité quelconque ; il est toujours produit par extension des tissus d'un *individu mère* qui précède. Plus tard, ce corps propagateur se sépare et s'isole. » (P. 45.) « La paroi membraneuse de la *vésicule mère*, une fois rompue au milieu des masses de tissu cellulaire, disparaît, absorbée qu'elle est comme substance nutritive par les *vésicules nouvelles* dérivant de ses grains de globuline, et contenant déjà, lors de la rupture, d'autres globulines, c'est-à-dire de nouvelles générations de *vésicules futures*, à leur début. » Ces idées, contredites par l'observation, ont néanmoins depuis lors été adoptées par un grand nombre d'auteurs et plus ou moins remaniées suivant les époques, mais sans avoir jamais été aussi nettement exprimées.

Quant aux principes cristallisables, qui s'unissent aux substances organiques, à l'instant de la formation de celles-ci, il est incontestable qu'ils préexistent à l'état de dissolution dans le blastème. Mais bientôt il s'en forme d'autres, pour chaque espèce d'élément, aux dépens et par désassimilation des substances organiques qui s'étaient produites et associées lorsqu'est apparu l'élément même. Ces principes cristallisables nouveaux, d'origine organique, sont ensuite expulsés à mesure qu'a lieu leur accumulation au delà d'une certaine quantité, toujours très-restreinte.

Toutes les fois que la substance organisée apparaît, ce fait marque un mode nouveau d'individualisation de la matière, en général; mais soit que cette substance apparaisse à l'état amorphe ou à l'état figuré, ce n'est pas d'une manière indéterminée qu'elle se montre, c'est en offrant, de prime abord, des états spécifiques distincts. C'est pourquoi on est obligé de tenir compte de l'*état antérieur* qu'ont présenté les matériaux à l'aide et aux dépens desquels ont lieu, soit la genèse, soit la reproduction chaque fois qu'on étudie les phénomènes de naissance, absolument comme en faisant l'examen anatomique ou statique de chaque espèce d'éléments, on est forcé de tenir compte du lieu dont elle vient, de son origine. L'obligation où l'on est de tenir compte de l'état antérieur par lequel ont passé les principes immédiats qui servent à la naissance de chaque espèce d'éléments, dérive principalement de cette qualité des substances organiques ou coagulables qui fait que, sans changer de composition chimique, elles peuvent subir et transmettre, à leurs analogues, les états moléculaires qu'elles ont acquis dans telle ou telle condition, et qui changent leurs propriétés de stabilité, de facile combinaison avec d'autres corps (1).

30. La matière qui s'organise, les éléments qui naissent par genèse, ne passent pas individuellement par un état d'organisation

(1) Faute de notions exactes et complètes sur les questions relatives à la naissance des éléments anatomiques en général, sur les conditions de ces phénomènes et sur les propriétés inhérentes à chaque espèce en particulier, beaucoup d'auteurs considèrent chacun d'eux, ou mieux les tissus et même certains organes, comme formés ou sécrétés par quelque autre organe. Ce n'est là au fond qu'une manière de reculer une difficulté non vaincue, et de masquer l'ignorance qui règne touchant ces phénomènes; car pour être logique, en admettant que certains tissus sont sécrétés par

antérieure, invisible, avant de paraître à nos yeux, guidés par les moyens actuels d'observation ; mais les principes immédiats qui se forment et se réunissent à d'autres pour donner naissance à des éléments anatomiques amorphes ou figurés passent par des états qui sont antérieurs au moment de l'organisation. Ces états, par lesquels ont passé les principes immédiats, sont on ne peut plus importants à considérer, si l'on veut arriver à pouvoir se rendre compte des variétés normales et des perturbations que présentent les phénomènes de nutrition et de développement, et, par suite, les autres propriétés que celles-ci tiennent, en quelque sorte, sous leur domination, dans les éléments de même espèce, observés d'un individu à l'autre, ou à divers âges, ou d'un genre à l'autre. Sous ce rapport, cette étude est capitale. C'est ainsi, par exemple que, pour la genèse elle-même, nous voyons que nulle espèce de substance organisée solide, amorphe ou figurée, ne peut naître qu'à l'aide et aux dépens de principes immédiats qui ont déjà fait partie constituante de la substance organisée liquide des humeurs, ou même des solides qui les cèdent, de ma-

d'autres, il faudrait avoir déterminé d'abord pourquoi ceux-ci ont été sécrétés, ou comment ils ont été formés. Dire que le derme sécrète l'épiderme, c'est dire que l'on considère le derme comme formant les cellules épidermiques d'une manière analogue à ce qui a lieu dans la mamelle, lorsque pendant la sécrétion du lait il se forme du sucre de lait, de la caséine, etc. Or on voit d'après ce qui précède et nous verrons plus loin encore, que le derme n'est qu'une des conditions de la genèse des noyaux et de la matière amorphe dont dérivent les cellules ; conditions telles qu'elles peuvent se rencontrer ailleurs dans certaines circonstances accidentelles, comme on le voit pour les tumeurs épithéliales, etc., intramusculaires, ou ayant tout autre siége, sans qu'il y ait un derme qui les sécrète. Les dents ne sont pas davantage sécrétées par leur bulbe ; celui-ci est la condition de la genèse des *cellules de l'ivoire*, de la naissance desquelles on peut suivre les phases comme on peut suivre celles des cellules épidermiques à la surface du derme, sans qu'il y ait là rien qui ressemble aux phénomènes de sécrétion. Ces cellules ne font pas encore de l'ivoire, ne deviennent pas même ce tissu et ne sont que la condition de sa genèse. Il en est de même, et d'une manière bien plus caractéristique encore, de l'émail par rapport au *germe* de l'émail et à ses cellules. Le bulbe pileux est encore, dans le même cas par rapport au tissu du poil qu'il ne sécrète nullement, mais il est la condition de sa naissance. C'est en outre à tort qu'on dit du périoste qu'il sécrète le cartilage ou l'os ; car les cartilages apparaissent chez l'embryon avant que leur périchondre et leur ossification débutent au centre de ces organes, avant qu'ils soient vasculaires et loin de leur surface entourée de tissu fibreux ; seulement le périoste présente, mieux que tout autre tissu, aussi bien que le cartilage, par exemple, les conditions de la genèse du tissu osseux.

nière qu'ils soient utilisés pour la génération d'autres éléments.

Ce n'est qu'après avoir fait partie des *plasmas*, qu'il sont aptes à constituer des *blastèmes*, qui, réels (c'est-à-dire en masses distinctes plus ou moins considérables) ou virtuels (c'est-à-dire utilisés en même temps que produits), servent à la genèse d'éléments anatomiques solides. Ainsi, un plasma ou un blastème sont nécessaires à la genèse de la substance organisée, et, jusqu'à présent, nous ne connaissons pas de conditions plus simples qui en permettent l'apparition.

Les particularités nombreuses que peuvent présenter les propriétés de principes immédiats, chimiquement semblables, selon les états antérieurs par lesquels ils ont passé avant de faire partie de tel ou tel élément, ne s'observent pas seulement sur les *substances organiques* ou *principes coagulables*. Ceux-ci, en raison de leurs faciles et diverses modifications moléculaires, sous de faibles influences, les présentent, il est vrai, plus ordinairement que les principes cristallisables, et c'est sur elles principalement qu'il importe de les étudier sous tous les rapports; mais les principes cristallisables doivent être également pris en considération à ce point de vue, car nous avons vu que nombre de composés définis et même des corps simples se combinent plus ou moins facilement à d'autres corps, ou forment des composés plus ou moins stables, selon qu'ils viennent de faire partie de telle ou telle espèce de combinaisons (1).

(La suite au prochain numéro.)

(1) C'est à M. Chevreul que l'on doit d'avoir formulé nettement la notion si capitale de l'*état antérieur*, dont il vient d'être question, et sur laquelle il s'exprime ainsi : « Dans un être organisé rien n'est isolé, chaque partie se rattache à l'ensemble, en reçoit l'influence en même temps qu'elle-même exerce celle qui lui est spéciale. Dès lors, si afin de rester dans le positif vous ne prenez pas en considération l'influence de l'*état antérieur* sur l'apparition de l'organe, il y a évidemment une lacune dont vous devez explicitement tenir compte. » (Chevreul, *De la nécessité dans l'organogénie d'établir comment l'observateur conçoit l'*ÉTAT ANTÉRIEUR *à celui où remontent ses premières observations*, dans *Journal des savants*, Paris, 1840, in-4°, p. 717.) Cette notion est plus importante encore, lorsqu'il s'agit de l'apparition d'un organe, partie complexe formée par diverses espèces d'éléments anatomiques, que lorsqu'on observe la naissance de chaque espèce de ceux-ci (voy. la note page 56).

DE
LA SAILLIE DE L'ŒIL
CONSÉCUTIVE
A UNE LÉSION NERVEUSE CHEZ LA GRENOUILLE

Par le Dr LIÉGEOIS,
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Une question qui, depuis une cinquantaine d'années, a intéressé les physiologistes au plus haut degré, est celle qui se rapporte aux phénomènes observés sur l'œil et ses annexes, après la section ou l'électrisation du grand sympathique. Malgré tous les efforts pour arriver à la solution de ce problème, on peut dire qu'elle est encore incomplétement connue. Si, en effet, tout le monde est à peu près d'accord pour expliquer le retrécissement de l'iris consécutif à la section du grand sympathique, il n'en est pas de même quand il s'agit d'interpréter le retrait du globe de l'œil après la section de ce nerf, ou la saillie du globe après l'excitation galvanique de celui-ci. Peut-être doit-on attribuer les divergences d'opinions à ce que ces phénomènes sont peu marqués ; or, l'interprétation des faits physiologiques, c'est-à-dire la connaissance de leur cause et des lois qui les régissent, est d'autant plus facile à trouver que ces faits se manifestent à nos sens d'une façon plus évidente. Aussi ce n'est qu'après avoir produit sur la grenouille un exorbitis tel, qu'il faut une pression assez considérable pour repousser l'œil dans l'orbite, que nous avons pu nous créer une opinion sur les faits de même ordre qui ont été signalés par les auteurs sur d'autres animaux.

Dupuy en 1816, Brachet en 1837 John Reid en 1838, signalèrent, comme conséquence de la section du filet sympathique au cou, le rétrécissement de la pupille, la rougeur de la conjonctive, l'enfoncement du globe de l'œil dans l'orbite, et la projection de la troisième paupière au devant de l'œil. M. Moritz Schiff, en 1855 (*Recherches sur la physiologie du système nerveux, avec des applications à la pathologie*), essaye de montrer que le rapproche-

ment des paupières n'est pas un phénomène actif, mais un phénomène passif résultant du mouvement en arrière du globe de l'œil. Il pense que la cause réside dans une paralysie partielle des muscles obliques, et il explique la saillie du globe de l'œil alors qu'il excite le grand sympathique par une contraction de ses muscles. De sorte que, pour M. Schiff, le grand sympathique est un nerf moteur, non-seulement des fibres musculaires rayonnées de l'iris, mais encore de deux muscles de la vie animale.

M. Brown-Séquard, en 1858, dans un compte rendu du mémoire de M. Schiff, soutient que le rapprochement des paupières, de même que la contraction des muscles de la face, observés après la section du grand sympathique, sont des phénomènes qui résultent de l'abord d'une plus grande quantité de sang dans un certain nombre de muscles, par le fait de la paralysie des nerfs vaso-moteurs.

Enfin M. Henri Muller, en 1858, appelle l'attention des physiologistes sur un nouveau muscle composé de fibres lisses qu'il appelle muscle orbitaire ; il regarde ce muscle comme l'agent du mouvement en avant du bulbe observé chez les animaux pendant l'excitation du sympathique cervical. Ce muscle servirait d'antagoniste aux muscles qui tirent ou poussent l'œil vers le fond de l'orbite.

Tous les auteurs qui se sont occupés de cette question sont donc arrivés, chez les animaux supérieurs, à constater le fait suivant :

Quand on coupe le grand sympathique, le globe de l'œil rentre dans l'orbite ; quand on le galvanise, il fait saillie hors de l'orbite. Nous avions pensé que sur la grenouille nous pourrions, en agissant sur le filet sympathique, arriver au même résultat.

Les expériences que nous avons faites à cet égard nous ont démontré que, chez cet animal, la section ou l'électrisation de ce filet ne détermine jamais que des phénomènes de resserrement ou de dilatation pupillaire. C'est en pratiquant la section du bulbe que nous avons pu produire un exorbitis des plus manifestes. Pour cela, à l'aide d'une tige pointue, nous traversons l'occipital exactement sur la ligne médiane, à 3 millimètres environ en arrière des oper-

cules; puis nous inclinons sa pointe du côté où nous voulons pratiquer la section, en ayant soin de ne pas toucher la base du crâne, surtout sur les côtés, afin d'éviter la lésion de l'artère carotide et du nerf sympathique. Peu d'instants après que l'instrument est retiré, l'œil, du côté correspondant, fait une saillie notable; si on le comprime pour le faire rentrer dans l'orbite, on a la conscience d'une résistance qui existe au-dessous et en arrière de lui, et, quand cette résistance a été vaincue par une pression un peu forte, l'exorbitis disparaît, mais se reproduit dès que la pression a cessé. Ce phénomène n'est pas le seul que l'on constate après l'hémisection bulbaire : l'iris de l'œil saillant présente une vascularisation plus grande que celle du côté opposé, en même temps qu'il paraît plus brillant. De plus, au bout d'un à deux jours, la cornée se ternit, devient opaque et quelquefois se vascularise.

Ces trois phénomènes, en apparence de nature différente, nous paraissent devoir être rapportés à la paralysie des vaisseaux, dont les nerfs vaso-moteurs ont été intéressés par la section du bulbe. Dans l'iris, on voit, pour ainsi dire, les vaisseaux se dilater sous l'œil de l'observateur; il faut toutefois choisir, pour cette expérience, des grenouilles dont les iris présentent une coloration jaune d'or : si la dilatation des vaisseaux n'était pas manifeste à l'œil nu, le doute se dissiperait en les examinant à la loupe ou au microscope, et en les comparant avec ceux du côté opposé.

L'opacité de la cornée indique un trouble dans la nutrition de cette membrane, dû manifestement à la paralysie des vaisseaux qui, normalement, lui fournissent ses matériaux de réparation. Ces vaisseaux, en effet, qui, dans les conditions ordinaires, ne sont pas visibles, donnent souvent, dans le cas actuel, à la partie antérieure du globe de l'œil, une coloration rouge assez intense. Si, avant l'expérience, la cornée ou la conjonctive étaient vascularisées, ce qui arrive souvent chez la grenouille, la vascularisation augmente après la section du bulbe.

L'exorbitis doit encore être rapporté à la dilatation des vaisseaux appartenant à un muscle dont l'usage est de relever le globe oculaire. Ce muscle, situé immédiatement au-dessus de la

muqueuse palatine, supporte l'œil de telle façon qu'à l'état de repos, sa face supérieure concave s'adapte exactement sur la face inférieure convexe de celui-ci. Après l'hémisection du bulbe, ce muscle fortement contracté a perdu sa disposition curviligne, il est devenu horizontal, et de nombreuses rides transversales sillonnent sa surface. Si alors on examine, à l'œil nu ou à la loupe, l'état des vaisseaux qui le parcourent, on voit qu'ils présentent une dilatation très-évidente comparativement avec le côté opposé.

La dilatation des vaisseaux n'existe pas seulement dans les parties que nous venons d'indiquer; mais, après l'hémisection bulbaire, les vaisseaux de la langue, des membres supérieurs et inférieurs ont aussi augmenté notablement de volume du côté correspondant à la section; de plus, tous les muscles de l'animal du même côté ont une excitabilité bien supérieure à celle du côté opposé, de telle sorte que quand l'animal veut se mouvoir, il ne suit plus une direction rectiligne, mais exécute un mouvement de manége; l'excitabilité de ces muscles peut même être telle, que souvent les membres sont contracturés quelques minutes après l'expérience. Nous n'insistons pas sur ces phénomènes qui se rattachent tous à la paralysie des nerfs vaso-moteurs, nous ne faisons que les signaler pour montrer l'analogie qu'ils présentent avec ceux que nous avons observés du côté de l'œil et de ses annexes.

Jusqu'ici nous avons admis que l'exorbitis était dû à la dilatation des vaisseaux du muscle qui le produit, par la seule raison que l'on constatait cette dilatation; il nous faut maintenant démontrer qu'aucune autre cause ne peut être invoquée. On ne pourrait évidemment attribuer ce résultat qu'à une seule cause étrangère à celle que nous reconnaissons, à l'excitation que l'instrument qui a déchiré le bulbe a produite sur les fibres motrices appartenant au muscle redresseur de l'œil. Mais cette opinion n'est pas admissible pour les motifs suivants :

1° Si l'on empêche la circulation de la tête en coupant les principaux vaisseaux du cou, l'exorbitis ne se reproduit plus après l'hémisection du bulbe.

2° L'ablation ou l'écrasement d'une moitié de l'encéphale ne donne jamais lieu à l'exorbitis; or, si la contraction du muscle redresseur de l'œil était le résultat d'une excitation directe faite sur les fibres motrices, ce serait surtout dans cette expérience que la saillie du globe de l'œil devrait apparaître.

3° Si l'on excite directement le bulbe à l'aide du galvanisme, ou d'un excitant mécanique, l'œil rentre toujours dans l'orbite et ne proémine jamais au dehors.

4° Enfin, si l'on tue l'animal en lui arrachant le cœur et si l'on attend que les mouvements volontaires ne se fassent plus, quoique les muscles et les nerfs soient encore très-excitables, l'exorbitis ne paraît point après l'hémisection du bulbe. Cependant quand cette section est faite aussitôt que le cœur a été arraché de la poitrine, le phénomène se manifeste encore parce que la circulation continue en réalité dans les capillaires jusqu'à ce que la contractilité des artères soit épuisée.

Admettant donc que la dilatation des vaisseaux est la cause première de la saillie du globe de l'œil, on peut prévoir que si, par d'autres moyens, on pouvait distendre les vaisseaux du muscle redresseur de l'œil par le sang qu'ils contiennent, l'exorbitis devrait se produire. Pour cela, nous nous sommes contenté de lier le cœur sur plusieurs grenouilles; aussitôt que la ligature est posée, les deux globes deviennent saillants, moins cependant qu'après la section du bulbe. Pour les refouler dans l'orbite, il faut une pression notablement plus considérable que dans les conditions normales, et, dès que la pression cesse, l'œil ressort de sa cavité.

Nous avons dû chercher quelles pouvaient être l'origine et la marche des fibres nerveuses vaso-motrices dans les centres. Dans ce but, nous avons souvent répété sur quatre animaux différents les expériences suivantes : 1° Nous avons coupé une moitié du cerveau, puis l'autre moitié, et dans les deux cas aucun phénomène particulier ne s'est passé du côté de l'œil. 2° Nous avons coupé un des tubercules bijumeaux, aussitôt l'exorbitis se produisait du côté opposé à la section. 3° Nous avons intéressé la moitié du bulbe, l'exorbitis se manifestait du même côté. 4° Nous avons

sectionné la moitié de la moelle à toutes les hauteurs sans faire naître aucun changement dans la position du globe oculaire.

Dans ces expériences, la dilatation des vaisseaux de l'iris coïncidait toujours avec l'exorbitis quand il apparaissait. Nous sommes donc en droit de conclure que les nerfs vaso-moteurs de l'œil et de son muscle redresseur ne naissent pas de l'encéphale, chez la grenouille, mais bien des tubercules optiques, qui s'entrecroisent au devant de ces tubercules, et arrivent aux vaisseaux de l'orbite après avoir traversé le bulbe sans entrecroisement nouveau. Nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que les nerfs vaso-moteurs des membres et de la langue naissent aussi des tubercules bijumeaux, mais ne subissent pas d'entrecroisement à la partie supérieure du bulbe, car tandis que l'exorbitis se fait du côté opposé, quand on a coupé un de ces tubercules, l'exagération de la contractilité se constate dans les membres du même côté que la section.

Nous n'avons point jusqu'ici parlé de la dilatation possible des vaisseaux des muscles droits de l'œil, parce que nous ne l'avons pas constaté *de visu*, mais il est plus que probable que cette dilatation est commune à tous les vaisseaux de l'orbite : la contractilité de ces muscles doit donc être ainsi notablement augmentée; mais ces muscles pris en masse, ayant un volume inférieur au muscle redresseur de l'œil, ne peuvent point contre-balancer les effets de celui-ci.

Chez les animaux supérieurs, le muscle redresseur n'existant pas, le petit oblique et le grand oblique étant peu développés, on comprend que la paralysie des vaisseaux de l'orbite consécutive à la section du filet sympathique, doit avoir pour résultat de donner aux muscles droits une prépondérance d'action en vertu de laquelle l'œil devra rentrer dans l'orbite. C'est ainsi que nous expliquons les effets opposés dus à la même cause chez des animaux différents d'organisation.

Reste maintenant à savoir si les nerfs vaso-moteurs de l'orbite qui, chez les grenouilles, proviennent des tubercules bijumeaux, tireraient chez les animaux supérieurs leur origine de la même source. Il peut bien se faire que ces nerfs chez ces derniers nais-

sent aussi de l'isthme de l'encéphale, et qu'au lieu de s'échapper du bulbe, comme chez les grenouilles, ils descendent dans la partie supérieure de la moelle avant de s'associer aux filets sympathiques de la région cervicale. Le fond est difficile à prouver, car chez les animaux supérieurs la section du bulbe et de la moelle à la partie supérieure trouble ces fonctions respiratoires et circulatoires d'une façon trop manifeste, pour que les résultats obtenus fussent probants.

En résumé, chez la grenouille :

1° L'hémisection du bulbe produit du même côté la dilatation paralytique des vaisseaux contenus dans les muscles de l'orbite.

2° La dilatation des vaisseaux augmente la contractilité de ces muscles, mais surtout de celui qui est le plus vasculaire et le plus volumineux, et c'est l'action de ce dernier qui l'emporte. Celui-ci, étant le muscle redresseur de l'œil, fait proéminer l'œil hors de l'orbite.

3° L'exorbitis ne peut être expliqué par l'excitation portée sur le système nerveux central lors de la section du bulbe, puisque toute excitation faite sur cette partie ne détermine jamais que le retrait de l'œil dans l'orbite ;

4° Les nerfs vaso-moteurs de l'orbite tirent leur origine des tubercules bijumeaux, s'entrecroisent au devant de ceux-ci, et émergent du bulbe sans arriver dans la moelle épinière.

5° Les différences que l'on obtient chez la grenouille et chez les animaux supérieurs, quand les nerfs vaso-moteurs de l'orbite sont coupés, tiennent à des dispositions spéciales des muscles chez les uns et chez les autres.

EXPÉRIENCES
ET
CONSIDÉRATIONS
SUR LA GREFFE ANIMALE

Par le Dr Paul BERT,
Licencié ès sciences, membre de la Société de biologie, préparateur du cours de médecine expérimentale du collége de France, etc.

L'expression de greffe animale embrasse deux ordres de faits distincts. Dans le premier, un seul animal est en expérience; les parties transplantées, comme celles qui sont simplement remises en place après avoir été complétement séparées, lui appartiennent, et les éléments, les humeurs, les tissus constituants de ces parties sont évidemment identiques avec ses éléments, ses humeurs, ses tissus. Les faits de la deuxième catégorie, au contraire, supposent la présence de deux animaux, et le transport de l'un à l'autre des parties qui doivent être greffées. Ils sont donc plus complexes que les précédents, puisque, à tous les problèmes que soulèvent ceux-ci, à toutes les difficultés qu'ils présentent, s'ajoute pour eux la considération de la similitude ou de la différence des deux animaux sujets de l'expérience.

Il en résulte que, dans une exposition méthodique et didactique de la greffe animale, il conviendrait de commencer par l'étude des faits plus simples, et de tenir compte, en second lieu, pour chacun d'eux, de la complication zoologique que je viens d'indiquer.

Mais, le but que je me propose dans le présent article n'est pas aussi difficile à atteindre ; mon intention est seulement de porter à la connaissance des lecteurs du *Journal d'anatomie et de physiologie* quelques expériences nouvelles touchant ce sujet si intéressant et encore si peu exploité. Qu'il me soit permis, cependant, avant d'entrer dans leur narration détaillée, de présenter quelques réflexions générales.

La greffe, la vraie greffe animale, suppose qu'on a séparé immé-

diatement et complétement la partie que l'on veut greffer, du corps auquel on l'emprunte. Dans ces circonstances, cette partie, chez les animaux vertébrés, est, si on l'abandonne à elle-même, fatalement condamnée à mort; mais cette mort n'est pas instantanée. Les nerfs encore excitables, les muscles qui se contractent, l'absorption d'oxygène et l'exhalation d'acide carbonique, attestent que la vie n'a pas disparu, et cela pendant un temps qui varie avec chaque type zoologique, et aussi avec des circonstances secondaires comme la température, etc. Mais si, au lieu d'abandonner la partie détachée, on la met dans de certaines conditions, on lui donne un certain milieu, elle continue à vivre, elle se nourrit; elle manifeste, par plusieurs de ses propriétés, son activité végétative et parfois même son activité animale : c'est ainsi, par exemple, que la patte d'un rat, coupée, écorchée et introduite sous la peau d'un autre rat, grandit, achève son ossification, et régénère ses nerfs détruits.

L'analyse des faits déjà connus de greffe animale et de ceux que l'on trouvera rapportés dans ce travail, montre que presque toutes les propriétés vitales d'éléments ou de tissus persistent ou reviennent dans les parties greffées. Ces propriétés qui, sous les influences extérieures et ennemies, s'en allaient disparaître, n'ont donc eu besoin, pour se maintenir, que de trouver un milieu favorable, c'est-à-dire un milieu permettant l'action des propriétés physico-chimiques qui sont leurs conditions d'existence fondamentales, nécessaires et suffisantes.

Tout se réduit donc, en somme, à des propriétés élémentaires et à des conditions de milieu : la vie, résultat et non force, est et s'entretient par leur concours. Pour les fragments détachés des animaux dits inférieurs (hydres, planaires, etc.), les conditions de milieu sont des plus simples : l'humidité, une certaine température, suffisent à conserver la vie. D'autre part, les propriétés vitales paraissent toutes réunies dans chacun de ces fragments; il semble, comme pour faire mentir la fameuse définition de Kant, que la raison d'être de ces animaux réside dans la molécule et non pas dans l'ensemble. La conséquence est que ces fragments, si petits qu'ils soient, non-seulement vivent, c'est-à-dire se réunissent,

mais se développent, se multiplient, sentent et se meuvent ; en un mot, qu'ils acquièrent une personnalité distincte, qu'ils deviennent un individu complet. Chez certains êtres dont l'organisation est cependant plus complexe, comme les lombrics, les conditions de milieu nécessaires à la vie ne sont pas plus difficiles à réaliser; mais ici certaines parties peuvent seules vivre isolées et régénérer celles qu'on leur a enlevées. Enfin, chez les mollusques, les articulés, les vertébrés, la centralisation organique a été poussée à un tel degré, que toute partie complétement séparée de la région où se trouvent les organes dominateurs et désormais uniques (centres nerveux, cœur, appareil respiratoire), ne peut plus vivre dans les conditions physico-chimiques que lui présentent les milieux extérieurs ; tout au plus, ceux-ci peuvent-ils permettre l'achèvement des phénomènes embryogéniques lorsqu'ils ne sont pas encore terminés, comme il arrive pour la queue des têtards de batraciens anoures, selon la curieuse observation de M. Vulpian (1).

Bien mieux, chez les représentants de ces trois embranchements supérieurs (hormis les vertébrés à température constante), on s'efforcerait en vain de rendre à la partie enlevée des conditions qui paraissent analogues à celles qu'on lui a fait perdre, comme par exemple de la remettre en place, ou de l'enfouir au milieu des tissus, au sein des humeurs nourricières; elle doit mourir, elle mourrait dans ces conditions mêmes, et serait, — très-lentement il est vrai, — éliminée ou résorbée. Cependant la propriété de régénération est remarquablement développée dans la plupart des éléments anatomiques de ces animaux, puisqu'ils peuvent reproduire leurs membres, leur queue et même parfois leur tête, si l'on en a ménagé le centre cérébral.

Mais pour les vertébrés à température constante, mammifères et oiseaux, en même temps que diminue singulièrement la propriété végétative de reproduction, à ce point de disparaître dans certains tissus, se manifeste ce fait nouveau et bien remarquable, que les parties séparées du corps peuvent retrouver sur ce corps

(1) Voy. *Compte rend. de la Soc. de biologie*, 1858, p. 81, 1859, p. 37, 1861, p. 219.

ou dans ce corps des conditions de milieu qui les font vivre, comme nous avons vu que vivent des fragments de planaires placés dans un milieu humide. Il importe cependant de ne pas faire entre ces deux phénomènes une assimilation complète, car tandis que le fragment de planaire reproduit une planaire tout entière, le fragment de mammifère ou d'oiseau se contente de vivre, et, s'il y a lieu, d'achever son développement comme il l'aurait fait s'il eût conservé ses connexions premières. De plus, il ne vit qu'à la condition de contracter des connexions nouvelles et intimes avec l'organisme qui lui fournit le milieu et les matériaux nécessaires à son existence, par voie d'imbibition d'abord, puis d'irrigation vasculaire.

Il y a donc là un antagonisme apparent et très-singulier entre la propriété de régénération élémentaire, d'une part, si énergique dans certains mollusques, reptiles, etc., presque nulle dans les vertébrés supérieurs, et, d'autre part, l'ensemble des phénomènes qui constituent ce qu'il faut appeler à proprement parler la greffe animale, ensemble de phénomènes que réalisent seulement ces derniers. Mais il faut remarquer qu'en sens inverse, la possibilité de la greffe chez les mammifères et les oiseaux, sa non-existence dans les autres types zoologiques, est bien en rapport avec la lenteur extrême de la néoplastie cicatricielle chez ceux-ci et sa rapidité chez les premiers; en des termes plus généraux, avec la différence énorme que présentent ces deux groupes d'animaux si distincts au point de vue physiologique, quant à la facilité d'épanchement et d'organisation des blastèmes.

En restant maintenant exclusivement sur le terrain de la greffe animale, nous voyons qu'ici encore les conditions de milieu conservent tout leur empire. En effet, lorsqu'une partie a été séparée du corps d'un animal; lorsque, par exemple, la queue d'un rat a été coupée, puis écorchée, il n'est pas indifférent que cette queue soit introduite sous la peau de tel ou tel autre animal. Cela se conçoit à priori et se vérifie par l'expérience : insinuée sous la peau d'un autre rat, elle se greffera presque à coup sûr; sous la peau d'un chat, elle sera, selon toute probabilité, seulement tolérée, puis lentement résorbée ; sous la peau d'un oiseau, elle s'enkys-

tera ou sera violemment éliminée : résultat triplement divers, et qui montre combien, avant de tirer conclusion d'une expérience quelconque, il importe de tenir compte de toutes ses conditions. En un mot, elle ne vivra que si les circonstances ambiantes dans lesquelles elle se trouve nouvellement placée ressemblent suffisamment à celles auxquelles on l'a arrachée. Cette vérité, que démontrent toutes les expériences de greffe animale, est du reste en concordance avec ce que nous connaissons de la greffe végétale. Peut-être même sera-t-il possible de trouver dans cet ordre de faits quelques indices utiles pour l'étude des similitudes organiques, et par suite pour la classification naturelle des êtres : la botanique nous fournit déjà quelques exemples de cette intéressante application (1).

Le moment n'est pas encore venu d'énumérer les propriétés d'ordre organique que conservent les parties greffées dans leurs éléments et même dans leurs tissus. Tous vivent et par conséquent se nourrissent, à l'exception peut-être du tissu musculaire; l'absorption comme la sécrétion persistent dans certains cas; le développement, la production, la reproduction ont été observés. Quant aux propriétés appartenant à la vie animale, l'innervation seule se maintient, ou plutôt revient après avoir disparu : mais je ne connais pas d'exemple authentique de la contractilité conservée. Ceci, pour le dire en passant, tend à faire de cette propriété quelque chose de beaucoup fugitif qu'on ne l'avait supposé, de beaucoup plus délicat, par exemple, que l'innervation. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas permis non plus

(1) Je n'en citerai qu'un. M. le professeur Baillon, dans son beau Mémoire sur la famille des Euphorbiacées, signalait les différences considérables que présentent, avec les autres plantes de cette famille, les *Buxus*, que tous les botanistes y rangent cependant; dans son opinion, ces mêmes *Buxus* ont au contraire beaucoup d'analogies avec les végétaux de la famille des Célastrinées. Or, des expériences de greffe non encore publiées, et dont il a eu la bonté de me faire part, lui ont toujours donné des résultats négatifs des *Buxus* aux autres Euphorbiacées, tandis qu'il lui a été possible de greffer les *Buxus sempervirens* et *balearica* sur l'*Evonymus japonicus* (Célastrinées), et réciproquement. La greffe est donc venue corroborer une induction tirée de l'examen organogénique et organographique. En sens inverse, la possibilité de la greffe des Diosmées sur les Aurantiacées a montré l'erreur des botanistes qui avaient éloigné l'une de l'autre ces deux familles.

de dire quelles circonstances diverses influent sur la conservation de ces propriétés, sur le temps au bout duquel elles se manifestent, sur l'énergie et la durée de ces manifestations.

Je ne puis m'empêcher de dire ici un mot d'une série de faits qui, en y regardant bien, rentrent dans mon sujet : je veux parler de la transfusion du sang. A mon sens, la transfusion est une vraie greffe, une greffe liquide, ou, pour mieux dire, une greffe d'humeur, car les globules sanguins y jouent le principal rôle. Ces éléments vivent ou disparaissent dans des conditions analogues à celles dans lesquelles vivent, se résorbent ou s'éliminent les greffes de parties solides. Et aujourd'hui que, pour tous les bons esprits, est tombée la barrière théorique qui séparait aux yeux des anciens anatomistes les humeurs des autres parties vivantes, il ne paraît y avoir aucune bonne raison de ne pas assimiler à la greffe la transfusion du sang.

En embrassant tous ces phénomènes dans un coup d'œil d'ensemble, on voit que greffe animale, transfusion du sang, rédintégration, ne constituent qu'un seul et immense ordre de faits qu'il convient d'étudier simultanément, et qu'on pourrait comprendre sous cette formule commune : *De la conservation des propriétés vitales dans les parties séparées du corps.*

Mais ces faits ne sont pas les seuls dont nous ayons à nous occuper ici.

J'ai dit, en commençant, que la dénomination de greffe animale ne devait s'appliquer qu'aux expériences dans lesquelles une partie a été complétement et immédiatement détachée du corps d'un animal pour être remise en place ou transplantée dans des conditions nouvelles. Mais les auteurs, et j'ai, dans mon mémoire (1), suivi ce mauvais exemple, n'ont pas accepté cette restriction, et ils ont compté comme greffe des faits analogues à la rhinoplastie indienne, où une partie encore adhérente par un pédicule nourricier est mise en rapport avec quelque autre partie plus ou moins éloignée, de manière à contracter avec elle des connexions nouvelles et suffisamment importantes pour qu'on puisse sans danger

(1) *De la greffe animale.* Paris, 1863, J. B. Baillière et fils.

supprimer les premières. L'existence du pédicule établit entre ces deux ordres de faits une grande distance théorique. A vrai dire, il n'y a plus ici une véritable greffe, mais plutôt, pour emprunter encore à la botanique une expression comparative, une *marcotte* d'un nouveau genre; ou ce qui vaut mieux, c'est simplement une cicatrisation entre parties éloignées.

Toutes les fois que dans ces expériences on fait intervenir deux animaux (et c'est évidemment toujours le cas pour l'opération que j'ai nommée *greffe par approche*), la considération de la similitude zoologique des deux êtres prend une importance primordiale. De même que la véritable greffe, la cicatrisation ne s'effectuera pas, on peut l'affirmer, entre animaux fort éloignés dans l'échelle zoologique ; mais, aujourd'hui, il est impossible de fixer la distance (variable du reste pour chaque couple d'êtres) qu'il est interdit de franchir.

J'ai cru devoir brièvement indiquer ces considérations générales sur un sujet trop négligé jusqu'ici par les physiologistes, et dont le vieux Pouteau (1) avait cependant compris toute l'importance. Je vais passer maintenant à l'exposition de mes expériences. Mon intention n'est pas de les énumérer toutes ici : on les trouvera rapportées tout au long dans le mémoire que j'ai déjà cité ; j'en veux seulement choisir quelques-unes, plus saillantes que les autres, et qui me paraissent mériter d'attirer l'attention parce qu'elles justifient les réflexions qui précèdent, et, encore parce qu'elles touchent à des points intéressants de physiologie générale ou spéciale. Elles ont rapport, les unes, à la véritable *greffe animale*, les autres, à ces faits de cicatrisation à distance et hors des circonstances ordinaires, que l'on me permettra de désigner sous les noms, sans doute un peu inexacts, mais qui font image, de *marcotte* et de *greffe par approche*.

§ I. — Greffe.

Je ne parlerai ici que des greffes faites sous la peau.

Dans ces expériences, un membre (queue, patte) était amputé,

(1) Pouteau, *Œuvres posthumes*, t. II, p. 447. Paris, 1783.

écorché immédiatement, puis introduit sous la peau, soit de l'animal auquel je l'avais enlevé, soit d'un autre animal. L'introduction était faite par un petit trou, dans une loge préparée avec un instrument mousse, en prenant toutes les précautions possibles pour éviter un épanchement sanguin, et le dépôt d'une fibrine inorganisable.

a. *De rat blanc à rat blanc.*

Le 8 mars 1863, je coupe à un rat, né le 26 février, l'extrémité de la queue sur une longueur de 2 centimètres et demi, et l'introduis, après l'avoir écorchée, sous la peau d'un jeune rat du même âge, avec les précautions ci-dessus indiquées. Guérison complète en quelques jours. La queue grandit rapidement, et le 8 mai, elle avait plus que doublé en longueur ; j'y fais alors à travers la peau deux fractures, qui deviennent dans les jours suivants le siége d'un gonflement notable, et enfin guérissent, en laissant un cal facile à sentir. Le 20 juin, la queue incluse mesure environ 9 centimètres, ce qui, joint aux 2 centimètres et demi que mesure le moignon de la queue naturelle (au moment de l'expérience j'avais eu soin de retrancher 3 centimètres de celle-ci, afin de pouvoir apprécier plus tard), donne 11 centimètres et demi. Or, la queue intacte d'un rat né le 22 février a 13 centimètres et demi de longueur : ainsi non-seulement la queue parasitaire a grandi, mais elle a grandi sensiblement aussi vite que si elle fût restée à l'extérieur; cependant elle avait présenté pendant le premier mois un retard notable dans son accroissement.

En palpant à travers la peau, on sent que la queue parasitaire est appliquée contre elle, mais sans lui adhérer, pas même au niveau des lèvres de la plaie, et qu'elle se meut librement au-dessus des tissus sous-jacents ; elle est contournée en crosse, et ses articulations paraissent à peu près complétement immobiles.

Dans un autre cas, examiné deux mois après la greffe, l'autopsie m'a montré que l'augmentation de dimension des os s'était faite régulièrement, mais surtout en longueur; les saillies osseuses qui correspondent aux insertions tendineuses ne s'étaient pas développées, fait assez intéressant au point de vue anatomique.

Un bon nombre de tentatives semblables m'ont donné presque toutes des résultats aussi favorables; dans quelques cas seulement, j'ai eu élimination ou résorption lente de la queue introduite.

L'examen d'une de ces queues qui, en quatre mois, avait passé de 3c,5 à 6c,5, m'a montré que les articulations, bien que roides, n'étaient pas ankylosées; les os avaient grandi comme dans les conditions normales; la queue était appliquée contre la peau par des tractus de tissu lamineux qui contenaient un grand nombre de vaisseaux; une veine cutanée d'assez fort calibre s'anastomosait à plein canal avec une des veines latérales de la queue. Enfin les faisceaux musculaires de renforcement qui partent de chaque vertèbre avaient subi la dégénérescence graisseuse; mais les tendons avaient acquis toute leur longueur.

J'ai aussi greffé des pattes; mais dans l'expérience que je vais raconter, la patte écorchée, puis introduite sous la peau d'un autre rat, n'a été séparée de l'animal auquel elle appartenait qu'après deux jours écoulés; cependant, vu la brièveté de ce temps, je la rapporte plutôt à ce paragraphe qu'au paragraphe suivant.

L'expérience a été faite le 2 août 1862. La patte mesurait environ 16 millimètres; elle faisait partie d'un rat âgé de quinze jours, et a été introduite sous la peau d'un rat du même âge. Deux mois après, apparut à son extrémité une tumeur fluctuante, qui grossit, et, le 20 janvier 1863, jour où je sacrifiai l'animal, était environ de la taille d'une noix. En examinant la patte incluse, on voit qu'elle adhère intimement à la peau, et qu'elle est recouverte par un développement assez serré de tissu cellulaire sillonné de vaisseaux qui pénètrent évidemment dans le membre parasitaire.

M. A. Vulpian, que je ne saurais trop remercier en toutes circonstances de sa complaisance affectueuse, a bien voulu examiner au microscope cette pièce; il a constaté la dégénérescence des fibres musculaires, dont aucune ne présente de stries transversales. Les nerfs plantaires sont pour lui en voie de régénération; ils contiennent, en effet, outre quelques granulations graisseuses, des tubes nerveux primitifs rares et de diamètre peu considérable,

$0^{mm},0006$ au plus, au lieu de $0^{mm},011$ ou $0^{mm},012$ que présentent les tubes primitifs des mêmes nerfs chez les rats.

Le squelette de la patte a notablement augmenté ; il mesure du calcanéum aux premières phalanges 21 millimètres, au lieu de 16. Au reste, la forme est normale ; les os ont augmenté en longueur comme en épaisseur, mais l'ossification est complète, les épiphyses soudées, ce qui n'a pas lieu dans la patte même du rat qui porte le parasite, laquelle ne mesure que 23 millimètres.

Le kyste est bilobé ; il contient une matière athéromateuse composée uniquement de cellules épidermiques dont beaucoup ont encore leur noyau.

Sur une autre patte greffée depuis deux mois, qui n'avait pas changé de dimensions, les stries musculaires avaient déjà disparu. Les nerfs commençaient à se régénérer ; on y voyait çà et là des tubes nerveux de moindre diamètre et des granulations graisseuses très-fines, disposées en série.

Je citerai encore un de mes animaux, qui porte au flanc gauche une queue qui, dans les premiers jours, fut éliminée en partie ; puis tout était rentré dans l'ordre, quand plus de trois mois après j'ouvris un abcès au niveau de cette queue parasitaire ; par cette ouverture sortit, après quelques jours, une vertèbre nécrosée.

Dans toutes ces expériences, l'introduction du membre écorché avait été faite quelques minutes au plus après son amputation ; quelquefois même, ainsi que j'ai dit, le membre était resté adhérent à l'animal qui le portait pendant un temps variable, mais peu considérable, et qui probablement n'a pas influé sur le résultat.

Mais, dans un cas, je n'ai pratiqué l'opération que vingt-deux heures après la mort de l'animal auquel la greffe était empruntée, mort violente, je dois le dire ; ce temps comprenait une nuit dans laquelle la température a oscillé entre 10 et 15 degrés centigrades : or, au bout d'un mois, la queue parasitaire, longue primitivement de 2 centimètres, en mesurait déjà 3, et elle atteint aujourd'hui 6 centimètres. Comme je ne connaissais pas, au moment où j'ai fait cette expérience, les résultats analogues obtenus par M. Ollier dans ses transplantations périostiques, cette réussite m'avait singulièrement frappé.

b. *Entre animaux d'espèces différentes.*

Il était naturel d'essayer ce procédé de greffe si simple en opérant sur des animaux d'espèces différentes. C'est ce que je n'ai pas manqué de faire, autant du moins que les circonstances me l'ont permis.

Malheureusement, réduit à mes propres ressources et aux étroites dimensions des domiciles parisiens, n'ayant pas de laboratoire à ma disposition, le champ et le nombre de mes expériences ont dû être tellement restreints par des difficultés pratiques, qu'il ne m'est pas possible aujourd'hui de présenter des conclusions définitives. Voici seulement un résumé de ces expériences.

Je n'ai pas obtenu de greffe entre animaux d'espèce différente; entre mammifères (rat et cobaye, chat et rat, et réciproquement) j'ai eu le plus souvent lente résorption du membre insinué sous la peau et quelquefois élimination plus ou moins rapide. Ce dernier résultat s'est toujours présenté pour les tentatives de greffe d'oiseau sur mammifère, et lorsque, à l'inverse, j'ai placé des queues de rat dans les appendices de la gorge de gallinacés, je les ai vues s'enkyster et être très-lentement résorbées.

Ce ne sont pas là, je le répète, des conclusions, mais un simple résumé; je ferai seulement remarquer que ces résultats, si peu nombreux qu'ils soient, sont en harmonie avec ceux qu'a obtenus M. le docteur Ollier dans ses transplantations périostiques. Il paraît donc vraisemblable que des recherches ultérieures les confirmeront en leur donnant la précision qui leur manque.

Arrêtons-nous quelques instants sur les particularités dignes d'intérêt que présentent ces expériences.

Elles s'accordent à montrer la greffe possible et même facile (entre animaux de même espèce) pour presque tous les tissus : tissu lamineux, osseux, nerveux, etc.; le tissu (1) musculaire seul jusqu'ici fait exception, au moins celui de la vie animale, car les muscles viscéraux m'ont paru au contraire rentrer dans

(1) Peut-être vaudrait-il mieux dire l'*élément musculaire*, car le sarcolemme et les autres parties constituantes du tissu musculaire ne disparaissent pas; ils semblent même continuer à se développer.

les conditions communes ; mais ces derniers faits nécessitent vérification.

Non-seulement ces tissus transplantés se sont greffés, se sont nourris, mais ils ont continué à jouir de leurs autres propriétés vitales. Le développement est surtout manifeste dans le tissu osseux ; la reproduction des éléments s'y est présentée dans les deux conditions physiologique et morbide. Nous avons vu, en effet, les os grandir, les cartilages s'ossifier et un cal osseux se former pour cicatriser une fracture. Enfin, les nerfs ont présenté la rédintégration telle que l'avaient décrite MM. Philipeaux et Vulpian ; or, l'élément nerveux tubulaire ayant reparu, sa propriété de transmettre la sensibilité et la motricité a dû reparaître en même temps ; seulement, il est difficile de constater directement si la sensibilité est transmise, — en admettant que des rapports se soient rétablis avec les centres nerveux, — et d'autre part, comme il n'y a plus de muscles, il ne peut y avoir de motricité mise en évidence. Une expérience rapportée au paragraphe suivant montre que la sensibilité reparaît quand la communication se rétablit avec les centres nerveux. L'innervation doit donc être comptée parmi les propriétés élémentaires qui survivent à la greffe, ou mieux qui ressuscitent après la greffe.

Elle est même la seule propriété de la vie animale qui soit dans ce cas ; la contractilité, en effet, ne s'est jamais représentée dans mes expériences. Au reste, cela concorde avec ce que l'on sait de la cicatrisation musculaire, et montre dans ce tissu une délicatesse, j'oserais dire une susceptibilité singulière. Il disparaît pour ne plus se régénérer, et la propriété suit naturellement le sort de l'élément.

Dans les expériences que je me propose d'exécuter, la plupart des tissus de l'économie seront soumis à la greffe ; il sera curieux d'expérimenter non-seulement sur les tissus normaux, mais sur les tissus morbides : de voir, par exemple, si certains de ceux-ci conservent après la greffe cette faculté d'envahissement par résorption environnante qui les rend si redoutables, et si cette résorption s'exercerait même sur l'animal qui aurait accepté cette greffe pathologique.

Ceci nous mène à la délicate question de savoir si la greffe peut avoir quelque influence sur le sujet qui la porte, ou réciproquement.

Jusqu'ici aucune expérience n'a été tentée dans ce sens, car je me refuse toujours à appeler greffe les anaplasties indienne ou italienne. Aucune, dis-je, je me trompe : la transfusion du sang, qui est une véritable greffe, a montré que certaines maladies sont communicables par le sang. Mais pour celles qui, n'étant pas dans ce cas, agissent plus spécialement sur tel ou tel tissu, qu'adviendrait-il si l'on tentait de greffer ce tissu? *Quid*, par exemple, d'un os atteint d'exostose ou de périostose syphilitiques? Celles-ci persisteraient-elles? infecteraient-elles le sujet? Outre leur intérêt théorique, ces questions prendront peut-être un jour une véritable importance pratique, car les belles expériences de M. Ollier sur la transplantation des os semblent promettre à la greffe animale un grand avenir chirurgical.

L'influence du sujet sur la greffe paraît beaucoup plus vraisemblable; il semble difficile, en effet, qu'une partie greffée échappe aux maladies de l'animal qui la porte. Lorsque je faisais manger de la garance à mes rats, les os parasites qu'ils portaient sous la peau se coloraient en rose comme leurs propres os.

Ici se place une remarque intéressante : les pattes, les queues de très-jeunes animaux, introduites sous la peau d'autres animaux, ont grandi et, en définitive, ont atteint des dimensions à peu près égales à celles qu'elles auraient acquises en restant dans leurs conditions premières. Cet achèvement régulier, tout remarquable qu'il est, ne saurait, je pense, fournir aucun argument sérieux à cette école philosophique qui croit aux types et aux plans préconçus; il ne faudrait pas dire, ce me semble, comme on l'a fait en d'autres circonstances, que ce membre amputé, mais en voie de développement, porte en lui l'*idée* de son état définitif et la réalise en vertu d'une force morphologique mystérieuse. Le phénomène s'interprète naturellement de la manière suivante : les propriétés inhérentes à chacun des éléments constituants de cette partie séparée, trouvant des conditions nouvelles de milieu qui leur permettent de se manifester à peu près comme

elles l'eussent fait dans leurs conditions primitives, il n'est vraiment pas étonnant que le résultat de leur action commune soit à peu près identique avec ce qu'il eût été si l'on n'eût apporté aucun trouble à l'exercice de cette action commune.

J'ai dit à peu près, car il n'y a jamais identité complète sous aucun rapport; aussi cet à peu près est susceptible d'une extension considérable: à la limite, la greffe ne peut plus avoir lieu. C'est ce qui m'est arrivé, comme on l'a vu, quand j'agissais sur des animaux d'espèces éloignées; c'est encore ce qui m'est arrivé dans un autre ordre d'expériences dont je n'ai point parlé, parce qu'elles ont toujours échoué et dans lesquelles j'ai tenté d'obtenir des parasites externes comme j'avais obtenu des parasites internes. Pour cela, je coupais la queue d'un rat, l'écorchais sur la moitié de sa longueur, et j'introduisais cette moitié sous la peau d'un autre rat: or, constamment, la partie extérieure se desséchait, se momifiait et tombait au bout de quelques jours; l'intérieure se greffait parfaitement. La différence des conditions de milieu explique aisément la différence des résultats.

On remarquera cette greffe obtenue avec la queue d'un rat mort depuis vingt-deux heures; chez un lapin, M. Ollier a eu un succès semblable pour un lambeau périostique détaché depuis vingt-quatre heures. Ces expériences sont de nature à infirmer singulièrement les idées généralement admises sur la persistance des propriétés vitales dans les fragments séparés du corps des animaux à sang chaud. Au contraire de ce que l'on enseigne ordinairement, ces propriétés paraissent être au moins aussi tenaces chez ceux-ci que chez les animaux à température variable; mais il faut reconnaître qu'elles ne se manifestent pas d'une manière aussi évidente et aussi propre à étonner l'observateur (mouvements dits spontanés des queues de lézard, etc.).

§ II. — Marcotte.

Sous cette appellation figurée je désigne, comme je l'ai déjà dit, les faits ordinairement rapportés à la greffe, dans lesquels l'opération a été pratiquée en deux temps, les connexions pre-

mières n'ayant été détruites qu'après l'établissement de connexions nouvelles. Les anaplasties indiennes rentrent dans cette classe, qui diffère essentiellement de la vraie greffe par ceci, qu'à aucun moment la partie transplantée n'a été entièrement séparée du corps.

Parmi les expériences assez nombreuses que j'ai entreprises et qui appartiennent à cette catégorie, je n'en citerai qu'une seule, à cause d'un problème physiologique très-controversé auquel elle se rapporte.

Le 8 mai 1863, j'écorche à un rat, né le 15 avril précédent, l'extrémité de la queue, et j'introduis cette extrémité dans le tissu cellulaire sous-cutané par un trou fait à la peau du dos de l'animal ; les bords cutanés des deux plaies sont réunies par des points de suture.

Le 15 mai, section circulaire de la peau ; le 17, ligature très-serrée, et le 18, amputation de la queue à 1 centimètre environ de l'anus : le tronçon libre mesure à peu près 25 millimètres.

Immédiatement, le sang revient en nappe par l'extrémité amputée ; il n'y a donc rien d'étonnant à ce que cette extrémité continue à vivre, se cicatrise, grandisse, etc., et je passe sur tous ces détails d'importance secondaire, en attirant seulement l'attention sur deux faits :

1° La circulation du sang, dans le tronçon parasitaire, s'opère en sens inverse de son cours normal, à savoir dans une direction primitivement centripète pour les artères, dans une direction primitivement centrifuge pour les veines ; cependant, au bout d'un certain temps, cette circulation est aussi active dans le tronçon que dans le moignon en place, comme le prouve la rapidité de l'empoisonnement belladoné par la méthode sous-dermique, empoisonnement tenté comparativement vers le 15 juillet.

2° L'augmentation des dimensions en longueur est plus rapide dans la partie incluse du parasite que dans sa partie extérieure ; cette inégalité s'explique assez naturellement.

Ce qui m'intéressait au plus haut degré dans cette expérience, c'était de savoir si la sensibilité, qui avait disparu au moment de l'amputation, reviendrait dans ce tronçon coupé. En effet, ce re-

tour qui signalerait la rédintégration complète des tubes nerveux et la réunion des nerfs du fragment caudal avec ceux qui se rendaient primitivement à la peau du dos et que j'avais divisés pendant l'opération, me montrerait, en outre, une propagation de l'ébranlement sensitif se faisant en sens inverse de sa direction ordinaire, ainsi qu'il vient d'être dit pour la circulation.

Vers le milieu d'août, il me sembla que l'animal avait quelque conscience des piqûres que l'on faisait sur le tronçon parasitaire. Dans les premiers jours d'octobre, il s'agitait, si l'on pinçait ce tronçon, et témoignait un peu de douleur; depuis le commencement de novembre, il crie et cherche à fuir : la sensibilité est manifestement revenue, bien que moins vive encore que sur le moignon resté en place.

Il est à remarquer que si l'on pique le tronçon caudal, l'animal ne sait pas trouver le lieu de la lésion. Il paraît la rapporter à la région du dos, là où se distribuaient autrefois les petits nerfs divisés, avec lesquels ont dû se réunir les filets nerveux de l'extrémité caudale mise à nu. Mais je ne mets pas en doute qu'il ne finisse par faire son éducation et par reconnaître, à force d'expériences quotidiennes, l'endroit où on le blesse. Il témoignera ainsi que le sentiment prétendu inné que nous avons du lieu qu'occupent dans l'espace chacune des parties de notre corps, n'est, comme toutes nos connaissances, qu'un fruit de l'expérience. Peut-être, cependant, faudra-t-il, pour bien constater ce curieux résultat, répéter l'opération sur des animaux plus intelligents et plus faciles à observer que des rats.

Quoi qu'il en soit, cette expérience prouve de la façon la plus nette et la plus indiscutable que, dans les tubes nerveux sensitifs, la transmission des ébranlements reçus sur un point quelconque de leur parcours, se fait ou peut se faire également dans les deux directions centrifuge et centripète; seulement, la perception ne peut évidemment s'opérer qu'à celle des deux extrémités du nerf qui correspond à un centre récepteur. Les expériences de MM. Philipeaux et Vulpian touchant la soudure du nerf hypoglosse avec le le nerf lingual, montrent qu'il faut, en généralisant cette propo-

sition, l'appliquer probablement à tous les ordres de nerfs, et lui donnent ainsi une grande importance théorique.

J'ai tenté d'obtenir des membres parasitaires externes, en mettant deux animaux en expérience et transplantant en deux temps la queue de l'un sur le dos de l'autre. Le retour de la sensibilité aurait été dans ces circonstances un phénomène plus saisissant encore; mais des difficultés purement pratiques ont fait échouer mes expériences; c'est dans l'une d'elles qu'a été greffée la patte parasitaire interne dont j'ai rapporté l'histoire au paragraphe précédent.

§ III. — Greffe par approche.

Les expériences dites par comparaison *greffes par approche*, ont eu pour but et pour résultat d'accoler l'un à l'autre deux animaux par leur enveloppe cutanée, de faire en sorte qu'il y eût entre eux échange des matériaux nutritifs par établissement d'une circulation commune, et qu'une solidarité physiologique et pathologique plus ou moins étendue fût la conséquence de cette solidarité vasculaire.

L'opération est des plus simples : un lambeau cutané est enlevé le long des flancs opposés des deux animaux en expérience, des points de suture et des moyens contentifs divers, que j'ai décrits dans mon mémoire, les maintiennent en contact et évitent les tiraillements. Voyons maintenant les principaux résultats.

En employant deux jeunes rats albinos, j'ai eu constamment le succès le plus complet, c'est-à-dire réunion immédiate par première intention. J'ai pu garder un couple de ces rats siamois pendant plus de deux mois accolés ; plus tard, ils se prennent en une telle haine qu'il faut les séparer.

J'ai fait plusieurs autopsies avec injection; elles m'ont démontré la communication vasculaire, communication s'établissant entre vaisseaux du même ordre. J'ai mis en évidence l'importance physiologique de cette communication, en empoisonnant l'un des rats avec la belladone par la méthode hypodermique ; la dilatation pupillaire s'est montrée sur l'autre rat au bout de vingt

à trente minutes (1). Il serait curieux d'expérimenter sur des animaux pouvant contracter quelques-unes de ces maladies virulentes que l'on dit être non communicables par le sang.

Dans ces expériences, la cicatrisation s'est toujours opérée entre les plaies cutanées; les parois musculaires mises à nu ne se sont jamais réunies. En ouvrant la paroi abdominale de l'un des animaux, ou même des deux animaux, j'ai obtenu adhérence avec échange vasculaire des séreuses intestinales entre elles et aussi entre séreuse et peau.

Des résultats tout aussi concluants théoriquement, bien que moins satisfaisants en pratique, à cause de difficultés secondaires, m'ont été présentés par des greffes par approche pratiquées entre rat albinos (*Mus rattus*) et rat surmulot (*M. decumanus*), entre rat albinos et rat de Barbarie (*M. striatus*).

Enfin, franchissant immédiatement un grand intervalle zoologique, j'ai fait plusieurs tentatives pour greffer rat sur chat, et dans celles où j'ai pu conserver quelques jours les deux animaux en présence, j'ai obtenu des demi-succès très-encourageants. Ici, pas de cicatrisation entre les peaux, mais des îlots de bourgeons charnus plus ou moins solidement réunis, établissant une communication vasculaire évidente et telle, que, dans un cas, une dissolution d'atropine injectée dans le rectum du chat a fait dilater quatre heures après (toutes précautions prises pour éviter l'action directe), les pupilles du rat.

Ces expériences devront être reprises, variées et multipliées; derrière elles se trouvera peut-être quelque application pratique. Je souhaite vivement de pouvoir transporter un lambeau cutané d'un animal sur l'autre, entre espèces assez éloignées. J'ai pu le faire avec succès dans une greffe par approche entre deux rats albinos, où, séparant après deux mois les deux conjoints, j'ai

(1) Je signale à ce propos un fait intéressant : chez les rats, la moindre dose d'atropine détermine la dilatation pupillaire, et, chose assez étonnante, ils en peuvent supporter sans accident une quantité relativement énorme, 3 centigrammes par exemple. Il m'a fallu aller jusqu'à 8 centigrammes pour tuer, — et en plus de trois heures, — un jeune rat de deux mois. La disposition à l'empoisonnement n'est donc pas toujours proportionnée à la rapidité des premiers symptômes.

laissé adhérer à l'un une certaine quantité de peau appartenant à l'autre. L'anaplastie indienne d'homme à homme est donc possible au point de vue théorique, et on ne l'a guère mise en doute; mais d'un animal à l'homme, la chose est plus douteuse, et cependant cette anaplastie présenterait peut-être dans certains cas un grand intérêt chirurgical. Des expériences nombreuses dans lesquelles on tiendra compte avant toutes choses de la distance zoologique des êtres, et secondairement de l'âge, de la constitution de la peau, des dimensions des globules sanguins, de la facilit de la transfusion du sang, etc., pourront seules autoriser quelque chirurgien intrépide à tenter, dans un cas extrême, l'hétéroplastie d'un mammifère à l'homme; si le succès ne vient pas l'absoudre entièrement de sa hardiesse, il aura du moins à mettre en avant une excuse plus scientifique que celle de la bonne intention.

Tels sont les principaux faits de greffe animale que j'ai observés; si je n'ai pas varié davantage mes expériences, si je n'ai pas plus de résultats à présenter, c'est que les conditions matérielles indispensables au vivisecteur m'ont manqué jusqu'ici. Mais aujourd'hui que, grâce à la bienveillance de M. le professeur Cl. Bernard, les moyens de travail ne me feront plus défaut, peut-être me sera-t-il possible d'éclairer plus complétement cette importante question de la greffe animale, et de résoudre quelques-unes des difficultés secondaires que soulève son étude. On me permettra de saisir cette première occasion qui m'est offerte ici d'exprimer ma reconnaissance pour le maître éminent qui m'a placé à la tête de son laboratoire, et, sans employer quelque longue et banale formule, de dire simplement que mon plus ardent désir est de justifier un jour la confiance qu'il a mise en moi, et de remercier M. Claude Bernard de la seule façon qui soit vraiment digne de lui, à savoir par un travail assidu, méthodique et fructueux.

NOTE SUR LES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES APPELÉS MYÉLOPLAXES

Par M. Charles ROBIN,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

(Planches I, II et III.)

§ I. — Remarques sur le sujet de ce travail.

1. L'organisation est comme toute écriture qui, pour être lue et comprise, exige qu'on en connaisse les lettres ou éléments. La signification de ces éléments demande même à être étudiée dans les changements qu'ils offrent aux diverses périodes de leur existence. En vain chercherait-on à échapper à la nécessité de se pénétrer de ces notions préalables ou élémentaires, avant de résoudre le problème posé. En vain aussi chercherait-on à étudier les tissus, si l'on ne connaissait d'abord les éléments anatomiques du groupement avec arrangement réciproque desquels ceux-là sont la résultante; et non-seulement il faut en connaître les éléments fondamentaux, mais encore les éléments accessoires.

2. On sait en effet que les tissus se composent :

1° D'une espèce fondamentale d'éléments anatomiques, qui prédomine quant à la masse, et dont les propriétés se retrouvent parmi les plus essentielles du tissu ; 2° d'une ou de plusieurs espèces d'éléments qui n'entrent que comme partie accessoire dans la composition de celui-ci, quant à la masse ; dont l'arrangement subordonné aux dispositions de l'espèce fondamentale, et dont les propriétés ne font que modifier d'une manière secondaire ou à peine notable celles de l'espèce fondamentale, à l'état normal du moins. Ainsi, par exemple, le tissu musculaire de la vie animale a pour élément fondamental les faisceaux striés ; pour éléments

accessoires, des fibres lamineuses, des vésicules adipeuses en séries moniliformes entre les fibres, des capillaires et des tubes nerveux. Les tissus lamineux, médullaire des os, les glandes, etc., en offrent d'autres exemples. Un fait analogue s'observe aussi dans les humeurs, quant aux principes immédiats qui les constituent, surtout quant aux substances organiques, et aussi quant aux éléments anatomiques qu'elles tiennent en suspension. Cette loi ou fait général touchant la constitution des tissus est importante à connaître dans l'étude des produits morbides. C'est ainsi, par exemple, que la plupart des tumeurs sont dues à ce qu'un *élément, accessoire* dans un tissu normal, venant à se multiplier outre mesure, finit par prédominer localement sur le fondamental, et d'accessoire devient ainsi l'élément fondamental d'un tissu qui par rapport au premier est nouveau anormalement quoique formé d'éléments normaux. En général, l'élément qui était fondamental disparaît par atrophie et résorption devant l'accessoire qui pullule, et de fondamental qu'il était, il peut ainsi devenir accessoire. Les différentes espèces de substances amorphes qui ne sont qu'un élément très-accessoire des tissus normaux et de quelques tissus morbides, deviennent, dans certains cas, très-abondantes relativement aux autres espèces d'éléments dans diverses tumeurs. Les leucocytes du pus sont assez fréquemment éléments accessoires de diverses tumeurs épithéliales ; ils se trouvent alors dans l'épaisseur du tissu même. Ce fait s'observe surtout dans les tumeurs volumineuses.

L'élément anatomique dont suit la description est un exemple important de l'ordre de faits dont il vient d'être question.

§ II. — Description des myéloplaxes.

3. On donne le nom de myéloplaxes (1) à des éléments qui se présentent à la fois sous forme de cellules sphériques, ovoïdes, ou

(1) Μυελὸς, moelle ; πλάξ, plaque, lame.—*Cellules mères fibro-plastiques.* Lebert, *Physiologie pathologique.* Paris, 1845, in-8, t. II, p. 125, 145 et 147, et atlas, pl. XIV, fig. 5, 6, 9, 13.—*Plaques* ou *lamelles à noyaux multiples* ou multinucléées des os et globules sphériques multinucléés de la moelle des os. Ch. Robin, *Sur deux nouvelles espèces d'éléments anatomiques* (*Comptes rendus et Mém. de la Soc. de*

irrégulièrement polyédriques, ayant un ou plusieurs noyaux avec ou sans nucléole, et plus ordinairement à l'état de masses ou de lamelles très-grandes, de formes très-variées, finement et uniformément granuleuses, pourvues de noyaux nombreux semblables à ceux de la variété cellule proprement dite (pl. I, II et III).

4. Ces éléments se trouvent normalement dans le tissu médullaire des os, à tous les âges de la vie et chez tous les vertébrés, et toujours comme éléments accessoires de ce tissu. Mais il arrive parfois que, se multipliant outre mesure, ils deviennent élément fondamental en un point de la moelle des os où d'abord ils n'étaient qu'accessoire. De ce fait déjà morbide par lui-même résulte la production d'un tissu pathologique, dans lequel ils prédominent, mais qui, bien que différent de la moelle, dérive de l'un de ses éléments naturels, qui a augmenté de quantité. Ces tumeurs sont particulièrement de celles qui ont été appelées *ostéosarcomes* et *épulis* (pl. I, fig. 1, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, et pl. II, fig. 1 et 5).

Les myéloplaxes ne sont nulle part très-abondantes dans les régions où on les rencontre normalement. C'est en particulier contre la substance osseuse à laquelle elles sont généralement contiguës qu'on les trouve. Ainsi c'est à la face interne du canal médullaire des os longs plutôt que dans l'épaisseur de la moelle même qu'on les rencontrera facilement. Elles sont plus nombreuses aussi dans le tissu spongieux et dans le diploé que dans la moelle des os longs. C'est particulièrement dans la moelle du tissu spongieux qui adhère au cartilage articulaire ou d'ossification qu'on devra les rechercher pour les voir facilement.

On les rencontre aussi dans les canaux vasculaires (ou de Havers) de tous les os, jusqu'à la face interne du périoste, ainsi que

biologie. Paris, 1849, in-8, t. I, p. 149 et *Tableaux d'anat.* Paris, 1850, 7e tabl., no 4, et 9e tab., nos 23 et 23 bis).—*Corps* (cellules ?) *particuliers à plusieurs noyaux de la moelle des os*. Kölliker, *Mikroskopische Anatomie*. Leipzig, 1850, in-8, t. II, p. 364, fig. 113, *b*, *b* (*a*? *a*?), et p. 378, fig. 121, *a*, *a* (5).—*Myéloplaxe*. Littré et Robin, *Dictionnaire de médecine* de Nysten, 10e édition. Paris, 1855, grand in-8, p. 838. Depuis cette époque ces éléments ont été signalés dans un grand nombre de publications sur des sujets touchant à la physiologie et à la pathologie; voyez entre autres : Eugène Nélaton, *Mémoire sur une nouvelle espèce de tumeurs bénignes des os*. Paris, 1860, in-4.

dans les canalicules vasculaires des cartilages en voie d'ossification. Il y en a, de plus, dans l'espèce de canal médullaire qui se forme vers le centre des cartilages costaux avant ou pendant leur ossification et dans le fibro-cartilage vasculaire mince, appelé *organe du cément*, qui fait partie du follicule dentaire chez le fœtus des ruminants et des pachydermes.

Dans les *tumeurs blanches* il se produit souvent des néomembranes qui, partant de la synoviale des ligaments, se glissent en quelque sorte et s'interposent entre les surfaces articulaires des cartilages auxquels elles adhèrent assez fortement par contiguïté intime. En même temps il existe quelquefois des végétations fongueuses sur les côtés des têtes articulaires, ou même entre le cartilage qu'elles soulèvent et le tissu spongieux auquel il adhérait. Ces productions ont leur origine dans la moelle du tissu spongieux ; elles se continuent, dans certains cas, à la périphérie du cartilage avec les néomembranes qui ont pour point de départ la synoviale. Pourtant les unes et les autres ont une structure différente. Entre autres particularités, les fongosités adhérentes à l'os, celles surtout qui soulèvent le cartilage (et quelquefois avec lui la mince lame de tissu compacte à laquelle il adhérait), renferment des myéloplaxes. Ces éléments ne se rencontrent pas dans les néomembranes dont il vient d'être question plus haut, mais existent dans ces fongosités et montrent qu'elles proviennent de la moelle des os. Pourtant lorsque les fongosités partent du périoste seulement, on peut ne pas y voir de myéloplaxes, mais presque toujours on y trouve des médullocelles et de la matière amorphe.

Ces éléments existent dans la plupart des chondromes (pl. II, fig. 2), dans beaucoup de tumeurs fibreuses qui offrent quelques noyaux cartilagineux ou fibro-cartilagineux ou non ; dans certaines tumeurs fibreuses proprement dites (pl. III, fig. 3, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*) ; dans beaucoup de tumeurs à trame fibroïde compacte, parsemées habituellement en outre d'un nombre plus ou moins considérable de noyaux embryo-plastiques (pl. II, fig. 1, *e*) ; dans des tumeurs demi-transparentes, élastiques, assez friables, provenant (pl. II, fig. 4) de la cornée (*kératomes*) ; dans les épi-

théliomas de la face adhérents aux os ou au périoste (pl. III, fig. 2); dans certaines formes d'hypertrophie des ganglions lymphatiques devenus durs, homogènes (pl. III, fig. 3, *a*, *b*, *c*, *d*); dans certaines tumeurs dures, grisâtres, plus ou moins compactes du péritoine (pl. III, fig 3, *e*, *f*, *g*).

5. La forme des myéloplaxes de la variété à noyaux multiples est plus variable que celle d'aucun autre élément normal; elle est habituellement polyédrique, irrégulière et plus ou moins aplatie; quelquefois elle est ovoïdale ou sphérique (pl. I). On ne trouve ces dernières formes que sur un assez petit nombre de sujets, lorsqu'on les rencontre, elles s'y trouvent en quantité assez notable, comparativement aux autres formes.

Les myéloplaxes polyédriques offrent rarement un peu de régularité. En général, leur périphérie est chargée de prolongements simples ou ramifiés, quelquefois atteignant en longueur les dimensions de l'élément dont ils font partie. Ces prolongements sont tantôt arrondis ou obtus (pl. I, fig. 1, *g*), d'autres fois terminés en pointe unique ou même subdivisés et laciniés (fig. 1, *f*, *t*, *u*, *v*), dispositions qui leur donnent communément un aspect bizarre. Dans les intervalles de ces prolongements, le contour de la masse de la myéloplaxe est tantôt net et régulier, tantôt légèrement irrégulier, comme un bord brisé ou déchiré. Cette dernière particularité s'observe sur toute ou sur une partie seulement de la périphérie de celles qui sont dépourvues de ces prolongements. Il en est enfin dont la forme générale polyédrique est modifiée par des échancrures de profondeur et de figure variables, ou par de profondes incisures (pl. I, fig. 1, *t*, *u*, *y*). Cette irrégularité des bords, cet aspect brisé qu'offrent souvent les myéloplaxes coïncide avec l'adhérence presque constante de ces éléments aux surfaces osseuses. Elles se moulent sur leurs irrégularités, et il n'est pas rare de voir sur le bord des fragments de tissu spongieux des myéloplaxes en partie libres, dont le reste est engagé dans quelque aréole de ce tissu, qu'elle remplit complétement ou à peu près.

Les myéloplaxes de la variété cellule proprement dite peuvent être sphériques (pl. II, fig. 2, *a*, *b*, et fig. 5, *h*, *i*) ou ovoïdes, à

contour net régulier. Le plus ordinairement elles sont plus ou moins irrégulièrement polyédriques, à quatre ou cinq faces (pl. I, fig. 2, *c, d;* pl. II, fig. 3, *b*, *c*, et fig. 5, *g*, *h*, *k*), ou triangulaires (pl. I, fig. 1, *c*), ou à contour comme brisé ou déchiré de manières diverses (pl. I, fig. 1, *p*), avec ou sans prolongement, ou allongées, renflées ou non vers le milieu (pl. I, fig. 1, *m*, et pl. III, fig. 3, *j*). Les myéloplaxes arrondies ou ovoïdes offrent généralement un contour net et régulier (pl. II et pl. III, fig. 2).

Parmi ces dernières il en est qui, quelquefois, sont étranglées en bissac vers le milieu ou présentent sur leurs bords quelques saillies plus ou moins régulières. Ces formes sont plus communes dans les tumeurs qu'à l'état normal (pl. II, fig. 2, *c*, *c*, *c'*, et fig. 5, *f*, *f*).

6. Les dimensions de ces éléments sont très-variables; les plus petits, soit de la variété cellule, soit de la variété à noyaux multiples, ont de 12 à 27 millièmes de millimètre en tout sens si elles sont sphériques ou ovoïdes, en longueur et en largeur si elles sont polyédriques, et leur épaisseur peut descendre à 7 ou 8 millièmes de millimètre, mais non au-dessous. La plupart de celles à noyaux multiples offrent de 30 à 60 millièmes de millimètre (pl. I, fig. 1, *a*, *b*, *x*, *y*, *z*) en longueur; on en trouve même, surtout dans les tumeurs, qui ont jusqu'à un dixième de millimètre et même trois dixièmes en longueur (pl. II, fig. 5, *f*, *f*, et pl. III, fig. 2). La largeur est, dans ces cas, la moitié, le tiers ou le quart du plus grand diamètre. Quant à l'épaisseur, elle est tantôt à peu près la même que la largeur, tantôt, et c'est l'ordinaire, elle est la moitié ou le quart plus petite.

7. La teinte de ces éléments sous le microscope est grise; leur transparence est tantôt assez grande, tantôt médiocre, et alors ils ont une teinte grisâtre foncée, ou grise à reflets rougeâtres; elle est proportionnée du reste à leur épaisseur et à la quantité de leurs granulations. Comme cette épaisseur, elle varie d'une myéloplaxe à l'autre et d'une partie de ces éléments à l'autre. Ainsi telle portion de leur périphérie est extrêmement pâle et paraît d'abord vaguement limitée, bien qu'il n'en soit rien, par suite de ce que son épaisseur est fort minime; telle autre est noirâtre, foncée,

dentelée ou arrondie, parce qu'elle a une plus grande épaisseur.

La consistance et l'élasticité de ces éléments sont médiocres et n'offrent rien de particulier à signaler; ils s'aplatissent entre les deux lames de verre comprimées, sans pourtant s'étaler beaucoup, et ne reviennent qu'imparfaitement à leur volume primitif lorsque cesse la pression.

8. L'eau ne gonfle pas les myéloplaxes et n'a aucune action sur elles. L'acide acétique les pâlit beaucoup, fait disparaître presque toutes leurs granulations; il rend ainsi les noyaux plus évidents, surtout leur périphérie, bien qu'il en pâlisse aussi un peu la masse. Jamais cet acide ne dissout entièrement les myéloplaxes. Son action est difficile à étudier en raison de l'action coagulante exercée par ce corps sur les substances organiques de la matière amorphe de la moelle, qu'on ne peut jamais séparer complétement de ces éléments anatomiques. Pourtant, lorsqu'on trouve quelque myéloplaxe engagée par une de ses extrémités dans un fragment de la portion spongieuse de l'os, il est facile de suivre toutes les phases de l'action de l'acide acétique. Du reste, la connaissance des caractères chimiques de ces éléments est peu importante dans leur étude; leur forme, leur volume et leur structure frappent immédiatement plus que tous les autres caractères. Ils sont trop particuliers pour que l'on puisse confondre l'espèce dont il s'agit ici avec quelque autre que ce soit, et pour que l'on soit obligé, afin de les distinguer, de recourir à l'examen d'un plus grand nombre de caractères.

L'acide chlorhydrique rend d'abord ces éléments plus foncés, plus grenus et rend ainsi les noyaux plus difficiles à apercevoir. Peu à peu il pâlit le tout considérablement, il attaque les noyaux tout autant que la masse des myéloplaxes, en sorte qu'ils ne sont plus visibles que sous forme d'une masse ovoïde extrêmement pâle, sans granulations ou presque sans granulations, et leur nucléole est dissous.

L'acide sulfurique pâlit très-rapidement les myéloplaxes, les gonfle, fait disparaître tous les noyaux, qui sont attaqués plus rapidement que la masse de l'élément.

L'ammoniaque pâlit immédiatement beaucoup les myéloplaxes

et attaque autant le noyau, sinon plus, que le reste de la masse; elle fait aussi disparaître le nucléole. Aucun de ces réactifs ne dissout complétement ces éléments, même après une action prolongée.

§ III. — De la structure des myéloplaxes.

9. Les myéloplaxes s'altèrent assez rapidement par la putréfaction; cette altération se manifeste d'abord par l'apparition d'un état plus granuleux et moins de transparence de l'ensemble de l'élément que celui qui existe sur les sujets frais; bientôt on voit les noyaux pâlir, prendre des contours diffus et disparaître complétement. On trouve alors des myéloplaxes sans noyaux. Aussi pour étudier ces éléments, il est bon de choisir des sujets dont la mort ne date pas de plus de quarante-huit heures, surtout en été.

La structure des myéloplaxes à noyaux multiples est des plus remarquables. Chacune d'elles se compose d'une masse homogène, incolore, transparente, uniformément parsemée de très-fines granulations grisâtres très-nombreuses. Cette masse ne présente pas de cavité distincte de sa paroi, néanmoins la substance de sa superficie est plus dense que le reste; car, lorsque ces éléments commencent à s'altérer cadavériquement, on voit souvent se produire des soulèvements vésiculiformes de leur surface, quelque irrégulière que soit celle-ci, de la même manière que sur les cellules épithéliales et autres placées dans les mêmes conditions. Ces ampoules, à paroi tellement mince que l'épaisseur ne peut en être mesurée, sont appliquées en forme de verre de montre contre l'élément ou sont hémisphériques. Elles sont pleines d'un liquide limpide qui est l'eau de la préparation ayant pénétré par endosmose entre cette surface plus dense et la substance grenue sous-jacente dont elle s'est détachée dans une certaine étendue. Cette dernière, qui est mal limitée, forme le fond de ce soulèvement ampullaire.

Par leur petit volume et par l'égalité de leur distribution dans toute la masse des myéloplaxes, ces granulations donnent à ces éléments un aspect général quant à la structure, qui contraste autant que leur forme avec celles des autres espèces. Ces granu-

lations, ainsi que je l'ai dit, sont grisâtres et solubles dans l'acide acétique; suivant qu'elles sont plus ou moins abondantes dans telle ou telle myéloplaxe, la transparence de celle-ci est plus ou moins grande. Il est pourtant quelques-unes d'entre elles qui ont proportionnellement plus de ces granulations au centre qu'à la périphérie et surtout que dans les prolongements qui s'en détachent. Ce fait coïncide toujours avec une grande transparence de cette partie des myéloplaxes. Quelquefois enfin il est des myéloplaxes qui renferment, outre les fines granulations moléculaires dont il vient d'être question, des granulations jaunâtres, un peu plus grosses que celles que possèdent ces éléments. On les observe tant à l'état normal que dans celles des tumeurs (pl. II, fig. 1, *e*, et pl. III, fig. 2, *a*); cependant elles sont plus serrées et plus petites dans le premier cas que dans ce dernier, où généralement on les trouve dispersées çà et là. Ces granulations peuvent, lorsqu'elles sont fines et rapprochées, donner à l'élément une légère teinte jaunâtre.

Outre les granulations, il entre habituellement des noyaux dans la constitution des myéloplaxes; on en rencontre pourtant qui en manquent, et n'offrent que des granulations très-nombreuses. Le nombre des noyaux est de 1 à 30 ou 40, suivant les individus; il n'est du reste pas nécessairement en rapport avec le volume des éléments anatomiques dont ils font partie. En général, il est vrai, les myéloplaxes les plus petites ne renferment que de 1 à 4 noyaux; mais il en est de plus grandes qui n'en contiennent guère plus (pl. I, fig. 1, *i*, *t*, *s*, *v*, et pl. III, fig. 2), tandis qu'on en voit, parmi celles de moyenne grandeur, qui en sont presque remplies (pl. I, fig. 1, *a*, *b*, *k*, et pl. II, fig. 4). Généralement ces noyaux sont plus rapprochés du centre que des bords (pl. II, fig. 1, *c*, *d*, et fig. 5, *a*). Tantôt ils se touchent ou à peu près; tantôt ils sont écartés et épars, quel que soit du reste leur nombre. Lorsqu'ils sont abondants, il y en a parfois jusque auprès de la périphérie (pl. II, fig. 2, *c*, *c*, et fig. 5, *f*, *f*).

Dans les tumeurs, il y a des myéloplaxes qui ont plusieurs noyaux contigus en un point de l'élément, près d'une partie de sa circonférence en particulier (pl. III, fig. 2, *h*, *i*, *l*, *n*, *n*), et

n'en renferment pas dans le reste de leur étendue ou en renferment moins. Enfin, quelle que soit leur distribution dans l'intérieur de l'élément, les noyaux sont parfois régulièrement ou irrégulièrement contigus les uns aux autres en série, soit à la périphérie, près du bord (pl. III, fig. 3, *e*, *f*, *g* et *h*, *i*), soit au centre ou à peu près. Dans ce cas (pl. III, fig. 2, *e*, *f*, *g*), les séries de noyaux sont quelquefois contenues dans une cavité claire, transparente, creusée au sein de la myéloplaxe; ils la remplissent à peu près, sauf un intervalle de 1 ou 2 millièmes de millimètre, qu'on observe entre le contour (pl. III, fig. 2, *e*, *f*, *g*) des noyaux contigus et la face interne de la cavité. C'est encore dans les grandes myéloplaxes des tumeurs qu'on en trouve parmi elles qui offrent des stries longitudinales qui tranchent au milieu des granulations, et qui parfois, au contraire, existent surtout à la périphérie de l'élément et sont à peu près concentriques (pl. III, fig. 2, *d*, *e*, *f*, *g*). Ces noyaux sont généralement de forme ovoïde plus ou moins allongée (pl. II, fig. 1, *a*, *b*). Quelquefois pourtant il y en a de sphériques mêlés aux autres, ou existant seuls dans un élément. Ordinairement leur contour est régulier; mais il peut être un peu dentelé, irrégulier ou flexueux (pl. I, fig. 1, *k*, *l*, *f*). Dans certaines myéloplaxes, il est entouré d'une ligne concentrique et extérieure à sa périphérie, circonscrivant un cercle plus transparent très-étroit (pl. I, fig. 1, *a*, *b*).

Les noyaux ont une longueur qui, à l'état normal, est de 7 à 10 millièmes de millimètre sur un tiers de moins en largeur.

Dans les tumeurs, les noyaux des myéloplaxes peuvent atteindre jusqu'à 12 et 14 millièmes de millimètre de longueur. Dans ces cas-là, et aussi à l'état normal, on trouve de ces noyaux qui sont plus étroits qu'à l'ordinaire, recourbés ou non sur eux-mêmes, et ont assez souvent une extrémité plus étroite que l'autre ou même effilée (pl. II, fig. 1, *e*; fig. 5, *e*, *f*, et pl. III, fig. 2 et 3). La transparence des noyaux varie beaucoup d'un élément ou d'un sujet à l'autre. Quelquefois ils sont très-pâles, et fort difficiles à distinguer au milieu de la plaque avant l'action de l'acide acétique, en raison de la grande quantité de granulations

moléculaires qui les accompagnent et les masquent. Dans les myéloplaxes des tumeurs, les noyaux, surtout quand ils sont gros, sont assez transparents, à bords nets, et se détachent en clair dans la plaque, si elle n'est pas très-granuleuse; d'autres fois, sans que rien à l'intérieur ne l'indique, les noyaux sont foncés, à bords noirâtres. Le noyau pâlit légèrement au contact de l'acide acétique, sans rien perdre de la netteté de ses bords. Chacun d'eux est légèrement granuleux à l'état normal, mais parfois à peine dans les tumeurs. Chacun renferme assez communément, mais non toujours, un ou deux nucléoles à contours nets et foncés, à centre plus ou moins brillant. Il est très-commun de voir à l'état normal tous les noyaux d'une myéloplaxe manquer de nucléole, et d'autres dont quelques noyaux ont un nucléole et les autres en manquent. Les nucléoles manquent rarement dans les noyaux de ces éléments pris dans une tumeur. En général même, ils sont plus brillants qu'à l'état normal, à contour plus net et un peu plus larges, car ils dépassent quelquefois un millième de millimètre. Le nucléole est ordinairement sphérique, ou un peu allongé dans les cas morbides (pl. I, fig. 1, *f*, *h*, *k*, *l*, *m*, *n*, *z*).

10. Nous avons vu qu'il est rare de trouver deux myéloplaxes de forme absolument semblable, contrairement à ce qu'on observe communément sur les autres espèces d'éléments anatomiques. Cette particularité, jointe aux grandes dimensions de la plupart d'entre elles et à leur structure, fait qu'elles se distinguent facilement de toutes les autres espèces de cellules et constituent même une des espèces les mieux caractérisées.

11. Il existe deux variétés de myéloplaxes, qui sont :

1° La variété myéloplaxe *à noyaux multiples* plus ou moins nombreux, caractérisée en outre par son volume généralement considérable, sa forme souvent aplatie, ordinairement irrégulière, à contours dentelés ou chargés de prolongements simples ou ramifiés, mais quelquefois sphérique (pl. I, fig. 1, et pl. II, fig. 1 et 4), ou plus ou moins ovoïde allongée.

2° La *variété cellule proprement dite* (pl. I, fig. 1, *c*, et fig. 2, *c*, *d*; pl. II, fig. 2, *a*, *b*; fig. 3, *a*, *b*, *c*, et fig. 5, *g*, *h*, *i*, *k*), offrant des formes sphériques ou ovoïdes, bien plus rares que les formes

polyédriques variées et peu régulières, ou du moins à type peu constant (pl. II, fig. 5, *g*, *g*; pl. I, fig. 2, *c*, *d*); mais ces cellules renferment toujours un ou deux noyaux semblables à ceux des myéloplaxes à noyaux multiples, tant au point de vue de la forme et du volume, que sous celui de la présence ou de l'absence d'un nucléole.

En même temps que ce fait s'observe dans les plaques multinucléées qui les accompagnent, il est fréquent de trouver ce noyau excentrique, c'est-à-dire placé hors du centre de l'élément anatomique, près de l'un de ses bords. Cela paraît plus fréquent à l'état normal que dans les conditions morbides. Il est des sujets chez lesquels on trouve cette variété normalement plus abondante que l'autre.

Aucune des deux variétés de cette espèce d'éléments ne peut réellement être confondue avec les espèces étudiées précédemment. Lorsque des myéloplaxes de la variété cellule sont sphériques ou ovoïdes (pl. II, fig. 3, *a*, *b*), on les distingue facilement des médullocelles, qui les accompagnent toujours dans les tissus normaux et aussi dans les tumeurs : par un volume plus considérable, par plus de transparence, par des granulations plus fines et plus uniformément distribuées, par leur noyau *ovoïde* et non sphérique, pas ou presque pas granuleux, plus transparent et ordinairement pourvu d'un nucléole; les noyaux des médullocelles au contraire sont sphériques, granuleux et sans nucléole à l'état normal.

Quant aux myéloplaxes de la variété multinucléée et à celle de la variété cellule qui sont polyédriques, on les distingue trop facilement des médullocelles et autres éléments pour qu'il soit nécessaire d'en étudier les caractères distinctifs.

Les myéloplaxes des deux variétés se ressemblent tellement d'une espèce de mammifère à l'autre, qu'il n'y a pas lieu de les décrire comparativement. Tout ce que l'on peut signaler, c'est la présence de granulations plus pâles chez le veau et chez le mouton que chez l'homme et les carnassiers. Il en résulte qu'elles sont un peu plus transparentes que chez ces derniers.

12. La dénomination de cette espèce d'élément anatomique

n'est pas complétement exacte, puisque l'une des variétés offre la forme de cellules proprement dites ; mais celle qui a été adoptée ici l'a été d'après ce fait que la forme de lamelle ou de masse plus ou moins aplatie, étendue et irrégulière, est la plus répandue. Elle n'est pas exacte non plus lorsqu'on se reporte à cette circonstance que ces éléments se montrent ailleurs que dans la moelle des os, et dans des tumeurs qui n'en dérivent pas. Mais ce n'est que dans des circonstances pathologiques que cela s'observe.

13. *Mode de préparation des myéloplaxes.* — Dans l'épaisseur de la moelle, on les prépare comme les médullocelles ; mais comme ces éléments sont moins abondants au sein du tissu qu'à la surface des lames osseuses, c'est à la face interne du canal des os longs ou dans le tissu spongieux qu'il faut les chercher. On est toujours gêné par les cellules adipeuses et les gouttes d'huile provenant de leur rupture ; aussi vaut-il mieux les prendre sur les jeunes sujets, et particulièrement dans le tissu spongieux, près de sa continuité avec le cartilage. Il suffit ordinairement de racler la surface de l'os, après qu'on a détaché celui-là, ou de le comprimer, pour en faire sortir la moelle demi-liquide, qu'on délaye ensuite dans une goutte d'eau. Il faut chercher ensuite les myéloplaxes parmi les médullocelles pendant plus ou moins longtemps, selon les sujets, car leur quantité varie notablement de l'un à l'autre. Dans les tumeurs, il suffit de dissocier un fragment de tissu avec des aiguilles, ou de racler la surface de la tumeur pour la réduire en pulpe et isoler les myéloplaxes.

§ IV. — Physiologie des myéloplaxes.

14. Ces éléments naissent dans chaque os dès l'époque de la résorption, qui, dans le tissu récemment produit et d'abord compacte, amène la formation des cavités médullaires. Ils naissent par le mode dit de genèse, et celle-ci continue tant que durent l'ossification et l'accroissement de l'os.

Autour d'un ou de plusieurs noyaux ovoïdes et généralement encore sans nucléole, nés sans doute peu auparavant par genèse, j'ai cependant pu voir apparaître chez de jeunes embryons une

masse de matière amorphe entourant ces noyaux et les maintenant réunis les uns aux autres. Cette masse de substance amorphe, ou corps de la cellule, s'est toujours montrée presque aussi grande de prime abord que dans la plupart des éléments de même espèce pris chez de jeunes sujets plus avancés dans leur évolution. D'abord très-pâle et très-transparent, par suite de l'absence presque complète de granulations moléculaires, le corps de ces cellules devient peu à peu plus granuleux et grisâtre. Les noyaux grandissent plus ou moins, suivant les sujets, et parfois on y voit naître un petit nucléole brillant. Ainsi les phénomènes normaux du développement de ces cellules, consécutifs à leur naissance, sont bornés à une augmentation de volume peu considérable, tant du corps de l'élément lui-même que du noyau. Leur multiplication normale prend par conséquent plus de part que leur développement à l'accroissement du tissu médullaire des os, dont ils ne sont du reste qu'un élément accessoire.

15. Dans des conditions accidentelles encore mal déterminées, mais qui ne sont pas rares, ces éléments naissent en quantité exagérée.

Cette hypergénèse a pour résultat la production d'un tissu nouveau, sous forme de tumeur généralement différente de celui de la moelle en ce que les myéloplaxes, éléments accessoires de celle-ci, sont les éléments fondamentaux du premier ; en outre, ce tissu est remarquable par sa consistance charnue, sa couleur d'un rouge musculaire très-prononcé, une homogénéité jointe à une friabilité particulière aux tissus dépourvus de fibres, caractères différents de ceux de la moelle. Ces éléments peuvent en outre naître dans des régions où on ne les rencontre pas habituellement; mais en général ils ne se produisent alors qu'en petite quantité, et ne sont que des éléments accessoires des tumeurs dans lesquelles on les trouve.

Dans toutes les conditions morbides, la plupart des myéloplaxes s'hypertrophient plus ou moins (pl. I, *h;* pl. II, fig. 5, *f*, *f*, et pl. III, fig. 2). Il est commun en même temps de voir leur noyau devenir plus gros de moitié ou du double et même du triple qu'à l'état normal, et c'est surtout alors qu'y apparaissent un ou deux

nucléoles volumineux et brillants, ce qui change notablement l'aspect général de ces éléments.

Du reste, l'hypertrophie des noyaux peut avoir lieu sans que celle du corps de l'élément se manifeste, et *vice versâ*. Il est des cas dans lesquels la multiplication des myéloplaxes peut avoir été portée au plus haut degré, avoir donné lieu à la production d'une tumeur volumineuse, sans qu'il y ait hypertrophie d'aucun d'eux, comme aussi on peut voir de petites tumeurs dans lesquelles les myéloplaxes sont toutes ou presque toutes hypertrophiées. Il n'y a du reste généralement qu'un certain nombre, la moitié environ, de ces éléments, dont le corps ou les noyaux soient hypertrophiés, et les autres conservent leurs dimensions habituelles. L'hypertrophie est aussi commune sur les myéloplaxes à un ou deux noyaux que sur les autres.

Il est des circonstances dans lesquelles les deux variétés de myéloplaxes ne se multiplient pas en égale quantité, ne conservent pas les proportions numériques qui leur sont ordinaires : c'est ainsi, par exemple, qu'il est des tumeurs composées principalement de myéloplaxes à un ou deux noyaux, et dans lesquelles celles qui sont multinucléées sont relativement peu nombreuses, ne se sont pas multipliées proportionnellement à celles de la précédente variété, bien qu'elles soient manifestement plus abondantes qu'à l'état normal.

En même temps qu'a lieu cette hypertrophie ou sans qu'elle se montre, on voit beaucoup de myéloplaxes devenir le siége de la production de granulations graisseuses plus ou moins abondantes. Ce passage des myéoloplaxes à l'état granuleux s'opère particulièrement dans les tumeurs volumineuses. Ces éléments peuvent ne renfermer que quelques granulations éparses, en offrir un ou deux petits amas ou en être entièrement remplis. Partout où elles abondent, elles les rendent opaques ou beaucoup moins transparentes sous le microscope. Elles sont parfois assez nombreuses pour que les noyaux soient masqués en totalité ou en partie. L'accumulation des granulations graisseuses dans les myéloplaxes devient la cause de la coloration blanchâtre ou jaunâtre que présentent souvent les tumeurs qui renferment beaucoup de ces éléments.

C'est généralement par place, en certains points de la tumeur, et non d'une manière uniforme, dans toute son étendue, que les myéloplaxes offrent les modifications de structure précédentes, qui changent notablement leur aspect habituel. Là presque toutes sont granuleuses, tandis que, dans les portions qui ont conservé leur couleur rouge, il n'en est presque pas qui contiennent des granulations. Un fait qui mérite d'être noté, c'est qu'on trouve toujours un plus grand nombre de myéloplaxes à un ou deux noyaux, devenues granuleuses, que d'autres, ou du moins elles renferment une plus grande quantité de granulations. Celles-ci, éparses ou accumulées, sont sphériques, à contour foncé, à centre brillant, d'un jaune vif; elles sont souvent d'un volume uniforme dans un même élément; mais d'autres fois elles sont de dimensions inégales. Leur largeur habituelle est de 2 millièmes de millimètre; mais elles peuvent avoir la moitié seulement de ce diamètre, ou le double et même au delà.

Dans celles de ces tumeurs où ont eu lieu des épanchements sanguins, les myéloplaxes renferment parfois des granulations d'hématosine (pl. I, fig. 2, *e*, *j*), soit seules, soit mêlées aux granulations graisseuses. Ces grains d'hématosine peuvent atteindre 1 et même 2 centièmes de millimètre. Ils sont presque toujours polyédriques. Toutes les fois que cesse la solidarité qui existe normalement entre la naissance, le développement et la nutrition des myéloplaxes et ceux des tissus ambiants, toutes les fois qu'ils se développent et se multiplient outre mesure, ils déterminent l'atrophie des autres éléments, se substituent à eux et envahissent ainsi les organes voisins, comme le font beaucoup d'autres espèces de cellules, etc.

16. Quant aux phénomènes particuliers de la nutrition des myéloplaxes, ils ne sont pas encore connus, non plus que le rôle spécial qu'elles jouent dans la nutrition générale des tissus osseux ou médullaire.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Fig. 1, de *a* en *c*. — Myéloplaxes prises dans une tumeur ayant eu son point de départ dans la profondeur du tibia et étant venu faire saillie à sa face antérieure.

a. Montre une myéloplaxe assez régulièrement quadrilatère, et indique particulièrement son bord le plus mince.

b. Montre le bord épais d'une myéloplaxe plus petite et d'une autre forme. Dans l'une et l'autre, les noyaux multiples qui les caractérisent sont ici entourés d'un légère auréole ou cercle clair qui s'observe assez fréquemment, surtout à l'état morbide.

c, *c*. Myéloplaxes très-petites à un seul noyau, de forme variable, parfois nombreuses dans les tumeurs, dont cette espèce d'élément est la partie principale.

d, *e*. Corps fibro-plastique fusiforme, volumineux, accompagnant ces éléments.

De *f* en *r*. Myéloplaxes d'une tumeur ou épulis volumineuse de la mâchoire supérieure d'un homme de trente et un ans, opérée par Roux à l'Hôtel-Dieu.

f. Myéloplaxes de grand volume, à périphérie irrégulière pourvue de prolongement de formes variées à noyaux écartés, la plupart sans nucléoles.

i, *g*. Autres formes, avec resserrements vers le centre, dont quelques noyaux renferment un nucléole assez gros, mais pâle.

r. Noyau sans nucléole.

g. Autre myéloplaxe de volume plus petit, dont une des extrémités est comme digitée.

k. Myéloplaxe sphérique dont chaque noyau renferme un ou deux nucléoles (*l*) assez volumineux et à contour assez foncé.

m, *p*. Myéloplaxes accompagnant les précédentes, mais en petite quantité et n'offrant qu'un noyau (*n*), fait rare, avec un ou deux nucléoles volumineux (*o*), ce qui ne se voit guère qu'à l'état morbide, à ce degré du moins.

Fig. 1 (suite), de *s* en *y*. — Myéloplaxes prises dans la tête de l'humérus d'un veau.

s, *t*. Grandes myéloplaxes de formes irrégulières et variées, à circonférence doublée ou profondément incisée (*u*), très-pâles, avec des noyaux sans nucléoles.

v, *x*. Autres myéloplaxes plus petites à noyaux réunis vers le centre, mais plus granuleuses et plus foncées, dont les noyaux renferment un petit nucléole (*x*).

y, *z*. Myéloplaxes plus petites, pâles, à noyaux épars, sans nucléoles. Elles sont ordinairement nombreuses dans les tumeurs dont cette espèce d'élément est une des parties constituantes principales. On en trouve, à l'état normal comme à l'état morbide, quelques-unes qui manquent totalement de noyaux.

Fig. 2. — Myéloplaxes prises dans le fémur d'un fœtus de sept mois.

a. Myéloplaxe assez grande, à noyaux multiples, offrant tous ou presque tous un ou deux nucléoles.

b. Autres formes, plus petites, irrégulières, avec deux ou quatre noyaux seulement.

c, *d*. Myéloplaxes de petit volume, de forme irrégulière, ne renfermant qu'un seul noyau chacune.

PLANCHE II. — Myéloplaxes.

Fig. 1. — *a*, *b*. Myéloplaxe d'une masse charnue rougeâtre qui en était presque entièrement formée ; elle était développée au centre du maxillaire inférieur dont la surface était envahie par un épithélioma papilliforme. Elle présente une saillie arrondie vers le centre, et sa périphérie est dentelée, chargée de minces prolongements aigus. Ces saillies vers le centre, ces prolongements de la périphérie ne sont pas rares à l'état normal. Presque tous les noyaux ont un nucléole.

c, *d*. Myéloplaxes sphériques régulières du sternum d'un enfant, finement granuleuses, à noyaux accumulés au centre, telles qu'on en trouve assez souvent mêlées à celles de la planche précédente, dans les os à l'état normal.

e. Myéloplaxe irrégulière, mince, très-pâle, peu granuleuse, à noyaux épars, étroits, allongés, peu réguliers, sans nucléoles, trouvée avec d'autres de formes diverses dans un névrome dur du nerf radial, à trame fibreuse avec matière amorphe compacte, et une certaine quantité de noyaux embryoplastiques allongés, étroits. On remarque dans cet élément des granulations noirâtres, à centre petit et brillant, éparses uniformément ou à peu près dans toute son étendue.

Fig. 2. — Myéloplaxes diverses d'une tumeur fibreuse sans trace d'éléments fibroplastiques fusiformes du volume d'une noix, très-dure, avec quelques noyaux franchement fibro-cartilagineux, enlevée par M. Nélaton ; elle adhérait à la gaîne fibreuse des tendons fléchisseurs d'un doigt de la main.

a, *a*. Cellules sphériques, finement granuleuses, pâles, larges de 12 à 17 millièmes de millimètre, abondantes au voisinage des petites masses cartilagineuses de la tumeur. L'acide acétique les pâlissait beaucoup sans les dissoudre tout à fait et resserrait un peu leur noyau. Celui-ci était plus transparent et plus pâle que la cellule, à peine grenu, le plus souvent sans nucléole. Il est ovoïde, long de 7 à 9 millièmes de millimètre, plus étroit du quart au tiers.

b, *b*. Cellules semblables aux précédentes, mais formant des amas quel-

quefois deux à trois fois plus grands que celui-ci, et qu'on trouvait en assez grand nombre avec les cellules libres.

d. Myéloplaxe ovoïde un peu irrégulière renfermant trois noyaux dont un assez gros renferme un nucléole. Beaucoup de myéloplaxes de cette grandeur, ou au delà, offraient les caractères de celles des os sains. (Voy. fig. 1 et pl. I, fig. 1 et 2.)

c, *c*, *c'*. Myéloplaxes volumineuses en forme de bissac, à peu près uniformément parsemées de noyaux nombreux offrant presque tous un nucléole et quelquefois rangés en série le long du bord de l'élément.

Fig. 3. — Myéloplaxes prises dans les os d'un embryon de vache long de 18 centimètres. Ces éléments y étaient plus abondants que les médullocelles dont on trouvait surtout la variété noyau.

a, *b*, *c*. Cellules pâles, finement granuleuses, avec un noyau ovoïde, placé presque toujours au bord de la cellule, aussi transparent que cette dernière, à peine granuleux et pourvu d'un nucléole brillant, très-net.

d. Myéloplaxe polyédrique, à cinq noyaux; cette variété à plusieurs noyaux était ici moins abondante que la précédente.

Fig. 4. — Myéloplaxes existant dans une tumeur demi-transparente grisâtre, ayant pour point de départ la cornée et enlevée par M. Desmarres. Le tissu était formé principalement de cytoblastions, et de noyaux embryoplastiques très-transparents, ovoïdes, allongés, avec un nucléole ou deux très-petits, et quelques myéloplaxes, le tout plongé dans une substance amorphe, très-finement granuleuse, molle, assez élastique, comme turgescente.

a, *b*. Myéloplaxes de cette tumeur ; beaucoup étaient sphériques ou ovoïdes, quelquefois à contours onduleux mais réguliers. La plupart ont des noyaux très-nombreux, soit uniformément répandus dans l'élément, soit ordinairement plus serrés, presque contigus et assez régulièrement disposés les uns à côté des autres près de sa périphérie (*a*). Les myéloplaxes les plus petites avaient environ 5 centièmes de millimètre de large, beaucoup en avaient 7 à 8 et même offraient plus d'un dixième de millimètre. Les noyaux étaient ovoïdes pour la plupart, longs de 10 à 14 millièmes de millimètre, larges de 4 à 7 millièmes et tous pourvus d'un nucléole petit mais bien tranché.

Fig. 5. — Myéloplaxe d'une tumeur volumineuse du radius parsemée d'épanchements sanguins et de portions de tissu ayant l'aspect rougeâtre. Outre les formes de myéloplaxes analogues aux précédentes, on voyait en outre les suivantes. (Enlevée par M. Larrey.)

g, *g*. Cellules polyédriques peu régulières, peu nombreuses, mêlées aux précédentes. Le noyau de la plupart d'entre elles était de moindre volume que dans les premières et renfermait ordinairement un petit nucléole. Elles étaient aussi un peu plus foncées et plus granuleuses que les autres. On en trouve de semblables dans la moelle normale quelquefois très-abondante chez certains sujets.

h, *i*. Cellules sphériques, larges de 20 à 26 millièmes de millimètre, existant en petit nombre avec les précédentes ; semblables pour leur transparence,

leur aspect finement granuleux, à celles de la figure 2, *a*, *b*, faite d'après une tumeur qui en contenait aussi de pareilles ; elles avaient deux, trois et même quatre noyaux ovoïdes renfermant la plupart un nucléole brillant (*c*), mais quelquefois n'en possédant pas du tout (*d*).

k. Cellule irrégulière avec un noyau assez volumineux, pourvu d'un nucléole, se rapprochant de l'aspect de celles figurées en *g*, *g* ; les cellules semblales à celle-là étaient plus rares que les autres.

a. Myéloplaxe sphérique régulière, finement granuleuse à noyaux renfermant presque tous un nucléole. Ils sont rapprochés les uns des autres vers le centre, et un peu écartés de la périphérie.

ff. Myéloplaxe ayant près de 2/10e de millimètre de long, rétrécie vers le milieu, parsemée d'un nombre considérable de noyaux presque tous pourvus d'un petit nucléole très-net. Ces noyaux sont contigus ou à peu près par place ; ils sont épars, écartés, peu nombreux ailleurs. On en voit qui sont pourvus d'un nucléole (*e*), à côté d'autres qui n'en renferment pas (*f*, *f*). Les myéloplaxes ayant des dimensions considérables, intermédiaires entre celles figurées ici, n'étaient pas rares et plusieurs offraient les formes et les diamètres de celles qui se trouvent normalement dans les os. Dans les parties où avaient eu lieu des épanchements sanguins, les myéloplaxes contenaient des granules d'hématosine assez nombreux parfois pour masquer les noyaux. Dans les portions jaunes du tissu, c'étaient d'abondantes granulations graisseuses, qui rendaient grumeleuses et presque opaques les myéloplaxes, surtout les petites, comme *g*, *h*, *i*, *k*, et masquaient alors complétement leurs noyaux.

PLANCHE III. — Cytoblastions et myéloplaxes.

Fig. 1. — Tissu de la tumeur de la cornée dont les myéloplaxes sont représentées pl. II, fig. 4. Le tissu était composé principalement de cytoblastions rapprochés dans la masse qui était parsemée de noyaux embryoplastiques (*a*, *b*), pâles, transparents, se dessinant en clair dans le tissu. Ces derniers noyaux possédaient généralement un ou deux nucléoles. Les cytoblastions comme les noyaux embryoplastiques et les myéloplaxes étaient plongés et empâtés dans une substance amorphe, finement granuleuse (*c*, *d*) molle, pâteuse, assez élastique et comme imbibée de liquides.

Fig. 2. — Myéloplaxe prise dans une tumeur adhérente à l'angle du maxillaire inférieur dont elle a été détachée avec la gouge par A. Thierry le 2 août 1854. Elle avait le volume d'une petite noix, était dure, homogène. Elle était composée 1° de faisceaux fibreux, volumineux, durs ; 2° de cytoblastions, fort nombreux ; 3° de quelques noyaux embryoplastiques, allongés ; 4° de quelques corps fusiformes ; 5° du côté de la peau elle contenait une assez grande quantité de noyaux volumineux d'épithélium, soit isolés, soit contigus, en masses allongées ou entourés de cytoblastions ; les épithéliums avaient un nucléole volumineux, brillant, ces noyaux étaient accompagnés de

cellules épithéliales éparses, à gros noyaux uniques ou multiples; il y avait aussi quelques globes épidermiques; 6° on y trouvait surtout beaucoup de myéloplaxes offrant toutes les formes représentées dans la figure suivante (3) et d'autres moins abondantes qui sont dessinées ci-contre.

a, *b*, *c*. Myéloplaxe longue de 3 dixièmes de millim., large de 6 à 7 centièmes, offrant des noyaux épars (*b*), quelquefois disposés en chapelet les uns à la suite (*ac*) des autres, au bord ou au milieu de l'élément. Celui-ci, outre de fines granulations nucléolaires plus abondantes en certains points (*a*) qu'ailleurs (*c*), renferme des granulations graisseuses éparses ou rapprochées (*c*). Tous les noyaux ont un nucléole.

d, *e*, *f*, *g*. Myéloplaxe un peu plus longue que la précédente, un peu plus irrégulière et offrant des noyaux en général plus gros, très-peu nombreux, isolés ou contigus, deux à deux, etc. (*d*); ceux qui sont contigus, soit par leurs bouts, soit par leurs côtés, se trouvaient contenus au milieu de l'élément dans une petite cavité claire (*e*, *f*, *g*), transparente, ovale, étroite, allongée, régulière. Elle montrait au travers des granulations, des stries longitudinales, minces, un peu onduleuses; beaucoup de myéloplaxes plus petites offraient des stries semblables quelquefois plus prononcées que dans cette figure. Les granulations étaient ici plus abondantes dans une (*g*) partie de l'élément que dans l'autre (*d*).

i, *j*, *k*. Myéloplaxe étroite, allongée, ne renfermant qu'un petit nombre de noyaux étroits, allongés (*j*, *k*), pourvus d'un nucléole, ou ovoïdes, ou très-courts (*i*). (Cette figure est placée à gauche et en haut de la planche.) Granulations plus nombreuses en un point (*k*) qu'ailleurs.

l, *m*, *n*, *o*. Myéloplaxe ovoïde, manquant presque complétement de noyaux vers le centre, mais en contenant de petits, ou d'étroits et allongés à part (*l*, *m*) ou régulièrement disposés en chapelet à la périphérie de l'élément (*n*, *o*). Tous ont un nucléole. Cet élément comme les autres contenait plus de granulations dans une partie (*l*, *m*) de son étendue qu'ailleurs (*n*, *o*).

Fig. 3. — *a*, *b*, *c*, *d*. Corps ressemblant aux myéloplaxes, large de 6 à 10 centièmes de millimètre, à contour dentelé, rarement régulier; ils ont été trouvés en quantité assez considérable dans des tumeurs dures, du volume d'un haricot ou d'un pois, dans le péritoine intestinal et mésentérique d'un enfant ayant en même temps des *tubercules* dans le cerveau et dans le poumon, ainsi que des granulations grises dans les méninges, le poumon, la plèvre et le péritoine. Les prolongements de la périphérie de ces éléments étaient quelquefois bifurqués (*a*); la substance était uniformément granuleuse, grisâtre, à granulations fines (*d*) et rapprochées; les noyaux ovoïdes, allongés, quelquefois recourbés, offraient tous un nucléole petit, très-net (*b*). Tantôt ils étaient uniformément distribués, tantôt ils étaient rapprochés, contigus ou à peu près en certains points.

Les autres éléments de ces tumeurs étaient une trame de tissu lamineux formant avec de la matière amorphe grisâtre, compacte, les parties principales du produit; quelques cytoblastions et quelques noyaux embryoplas-

tiques, avec une assez grande quantité de myéloplaxes semblables aux suivantes.

e, *f*, *g*. Éléments anatomiques semblables aux myéloplaxes observées le 8 juin 1854 dans un ganglion lymphatique hypertrophié, devenu gros comme un œuf et placé tout près de la mamelle d'une femme, du côté de l'aisselle, enlevé par M. Nélaton. La forme de ces éléments était très-variable, leur contour tantôt assez net, tantôt dentelé, irrégulier ; leur volume était de 8 à 12 centièmes de millimètre ; leur nombre était peu considérable. Ils étaient remarquables par le nombre et le rapprochement de leurs noyaux (*f*) ; ces derniers étaient ovoïdes, allongés, quelquefois un peu étranglés au milieu ou recourbés en fer à cheval (*e*). La longueur des noyaux était de 10 à 14 millièmes de millimètre, sur 4 à 7 de large ; tous possédaient un ou deux petits nucléoles, très-nets, brillants au centre (*g*).

h, *i*. Myéloplaxe des plus petites qu'on rencontrait parmi celles à noyaux nombreux comme dans la précédente, *e*, *f*; ces derniers se trouvaient souvent accumulés en un point de l'élément (*h*), tandis que le reste de celui-ci en était dépourvu. Quelques-uns de ces noyaux sont presque sphériques (*i*), plus petits que ceux qui ont la forme ovoïde.

Aucun de ces éléments ne présentait de trace de segmentation de la matière amorphe fondamentale dans laquelle sont plongés les noyaux. Les noyaux sont trop voisins dans celles où ils sont uniformément distribués, trop irrégulièrement accumulés en un point (avec absence dans les autres endroits), pour que par scission de la matière amorphe puissent se produire des cellules.

j, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q*. Myéloplaxes analogues à celles des figures 1, 3 et 5 de la planche II, prises dans une tumeur de l'orbite adhérente à la sclérotique et ayant exigé l'ablation du globe oculaire. Elles étaient accompagnées d'autres plus grandes à noyaux nombreux, telles que *h*, *i* ci-contre et telles que celles de la plauche I. Le reste du tissu se composait de tissu fibreux avec corps fusiformes et matière amorphe.

j, *l*. Myéloplaxes de formes diverses à deux noyaux, finement et uniformément granuleuses.

m, *n*, *o*, *p*, *q*. Eléments de même aspect général, à noyaux semblables à ceux des myéloplaxes à noyaux multiples, mais offrant une forme régulière ovoïde ou sphérique.

o, *p*, *q*. Leur diamètre varie de 15 à 35 millièmes de millimètre ; ils sont remarquables par la finesse, le nombre et l'uniformité de distribution de leurs granulations. Les éléments de ces formes étaient plus nombreux que ceux qui étaient pourvus de noyaux multiples. On en trouve quelquefois en assez grand nombre dans la moelle du fœtus qui sont semblables aux plus irrégulières de ce groupe (*m*, *n*, *o*, *p*, *q*).

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES FONCTIONS DE L'ENCÉPHALE DES POISSONS

PAR M. LE Dr E. BAUDELOT,

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, séance du 7 décembre 1863)

Dès ses premières expériences, l'auteur reconnut combien il est désavantageux d'opérer sur des poissons de grande taille, toujours très-difficiles à manier, à crâne plus ou moins résistant, et dont le cerveau, profondément situé, est ordinairement recouvert d'une épaisse couche de graisse. Il prit le parti de s'adresser de préférence soit à de jeunes sujets, soit à de petites espèces, et dans cette pensée, il fixa son choix sur l'épinoche et l'épinochette.

Lobes cérébraux. — Les résultats de ses expériences sur les lobes cérébraux concordent parfaitement avec les faits déjà signalés par Desmoulins et Magendie. Ainsi la perte de l'un des lobes cérébraux, même celle des deux lobes à la fois, n'influe en rien sur la liberté et la régularité des mouvements. L'animal dont la vue et l'intelligence semblent parfaitement conservées, se dirige avec la même agilité et avec la même sûreté qu'avant l'opération. Deux épinoches auxquelles j'avais fait subir cette mutilation ont pu vivre ainsi pendant plus d'une semaine sans présenter aucun désordre appréciable. On voit donc combien ces résultats diffèrent de ceux que l'on obtient chez les vertébrés supérieurs, où, comme l'on sait, la destruction des hémisphères cérébraux s'accompagne toujours d'un état de stupeur profonde et de la perte de toutes les facultés intellectives.

Lobes optiques. — 1° L'ablation de la voûte de l'un des lobes optiques ou bien celle des deux lobes à la fois ne détermine aucun désordre dans les mouvements. La moindre déchirure, le moindre tiraillement de la base des lobes optiques, est suivi immédiatement de perturbations considérables dans les fonctions motrices. 2° Après la destruction complète de la voûte des deux lobes optiques, la vue paraît abolie, l'animal reste le plus souvent immobile et comme plongé dans la stupeur; quand on l'excite, il fuit ordinairement avec lenteur, et va se heurter contre les objets qu'on lui présente. 3° Lorsque la lésion n'intéresse que le sommet de l'un des lobes optiques, la vue paraît conservée des deux côtés, mais l'animal offre souvent un peu plus de lenteur dans ses déterminations. 4° Les blessures de la base des lobes op-

tiques sont constamment suivies de troubles extrêmement curieux du côté des facultés motrices. On sait, depuis les belles expériences de M. Flourens, que, chez les mammifères et chez les oiseaux, la lésion de l'un des pédoncules cérébelleux moyens détermine fatalement la rotation de l'animal autour de son axe; on sait aussi, d'après le même savant, que des mouvements rotatoires s'observent chez les batraciens après l'ablation de l'un des lobes optiques; mais jusqu'ici personne n'avait fait voir que chez les poissons la lésion de certaines parties de l'encéphale pût être suivie de phénomènes de tournoiement.

Lorsque l'on vient à piquer, soit directement, soit à travers la voûte du crâne, le plancher de l'un des lobes optiques, l'animal décrit aussitôt en nageant un mouvement de rotation autour de son axe. Ce mouvement s'effectue toujours vers le côté opposé à la lésion, c'est-à-dire qu'il commence par la chute de l'animal sur ce côté, et se continue ensuite dans le même sens.

Le nombre des tours de l'animal sur lui-même dans un temps donné est extrêmement variable; ainsi parfois on en compte vingt-cinq, trente, quarante par minute; mais d'autres fois, après une simple excitation, leur fréquence devient telle que des épinoches exécutent quatre-vingts, cent, et jusqu'à cent dix et cent vingt révolutions dans une minute. Ces mouvements rotatoires peuvent se continuer dix, douze jours, et même davantage après l'opération; ils s'effectuent invariablement dans le même sens, et, dans les intervalles de repos qui les séparent, l'animal reste constamment couché sur le flanc opposé à la lésion. Presque toujours aussi le corps se recourbe plus ou moins fortement en un cercle vers le côté opposé à la lésion.

Lorsque la lésion s'écarte trop du sillon médian, ou qu'elle siége tout à fait à l'une des extrémités, soit antérieure, soit postérieure du lobe optique, les phénomènes de rotation deviennent beaucoup moins prononcés, beaucoup moins nets, ou même cessent complétement de se produire. Souvent les mouvements de rotation autour de l'axe alternent avec des mouvements en manége dirigés aussi vers le côté opposé à la lésion. Ainsi quelquefois, aussitôt après l'opération, l'animal présente un mouvement de rotation autour de l'axe, puis ce mouvement cesse, et se trouve remplacé par un mouvement de manége; la rotation autour de l'axe peut recommencer ensuite. D'autres fois c'est le contraire qui arrive; l'animal n'exécute d'abord qu'un simple mouvement de manége, mais bientôt ce mouvement s'exagère, le cercle décrit se rétrécit davantage, l'animal s'incurve en s'inclinant de plus en plus sur le côté; enfin, à un certain instant, l'équilibre se rompt, le ventre passe en haut, et la rotation autour de l'axe commence.

Il semble donc résulter de ces derniers faits, que le mouvement de rotation autour de l'axe et le mouvement de manége ne sont pas deux mouvements de nature réellement différente, mais bien une seule espèce de mouvement, le premier n'étant sans doute que l'exagération du second, et paraissant dépendre ou d'une lésion plus grave ou d'une recrudescence passagère dans le trouble nerveux.

L'auteur présume que le tournoiement pourrait bien être le résultat d'un sentiment douloureux de contracture auquel l'animal chercherait sans cesse à échapper, sentiment qui résiderait dans les muscles antérieurs du tronc du côté opposé à la lésion.

Moelle allongée. — La base des lobes optiques n'est pas la seule partie de l'encéphale dont la lésion soit susceptible de déterminer des mouvements de rotation autour de l'axe ou en manége; des mouvements identiques avec ceux que nous venons de décrire se produisent également lorsqu'on pique l'une des moitiés de la moelle allongée; seulement, ici, au lieu de s'effectuer, comme précédemment, du côté lésé vers le côté sain, les mouvements rotatoires ont lieu en sens inverse, c'est-à-dire du côté sain vers le côté lésé. Dans l'état de repos, l'animal reste toujours couché sur le flanc correspondant à la lésion; enfin le corps tend aussi à se recourber en arc vers le côté lésé.

En comparant les effets directs qui accompagnent la lésion de chacune des moitiés de la moelle allongée aux effets entrecroisés qui résultent de la lésion de chacun des lobes optiques, on est donc amené à conclure qu'entre ces deux points il doit exister un entrecroisement des fibres nerveuses avec passage de ces fibres d'un côté à l'autre.

Cervelet. — La destruction de toute la portion saillante du cervelet n'influe ni sur la régularité, ni sur la vivacité des mouvements de l'animal, dont l'intelligence et la liberté d'action semblent parfaitement conservées. Lorsque, au contraire, on détruit les parties profondes du cervelet, il arrive parfois que l'animal devient chancelant et s'avance en oscillant à droite et à gauche du plan médian, ou bien il se produit de véritables désordres dans les mouvements.

En résumé, si l'on compare les fonctions des parties correspondantes de l'encéphale chez les mammifères et chez les poissons, on est conduit à adopter les conclusions suivantes : 1° Chez les mammifères, l'ablation des hémisphères détermine toujours la perte de l'intelligence et de la volonté; chez les poissons, la perte des lobes cérébraux n'est suivie d'aucun effet appréciable; 2° chez les mammifères, la destruction du cervelet anéantit la faculté de coordination des mouvements volontaires; chez les poissons, la destruction du cervelet n'influe pas, ou du moins paraît influer à peine sur cette même faculté de coordination; 3° après l'ablation de la voûte des lobes optiques chez les poissons, la vision se trouve abolie, tout comme elle l'est chez les mammifères après l'enlèvement des tubercules quadrijumeaux; 4° enfin, chez les poissons, les lésions de la base des lobes optiques et de la moelle allongée déterminent des désordres du mouvement, tout à fait analogues à ceux que produisent chez les mammifères les lésions des couches optiques, des pédoncules cérébraux et des pédoncules cérébelleux moyens.

ACTION PHYSIOLOGIQUE

DE

L'ACONITINE SUR L'HOMME

COMPARAISON DE SES PROPRIÉTÉS AVEC CELLES DE L'ACONIT,

PAR LE DOCTEUR ERNEST HOTTOT,

Membre de la Société de pharmacie.

§ I. — Remarques préliminaires sur l'aconitine.

Dans le mémoire que nous avons publié en 1862, M. le professeur Liégeois et moi (volume V de la 1re série de ce journal), nous avons étudié surtout les effets de l'aconitine sur les animaux. Je me propose aujourd'hui d'étudier ses effets sur l'homme, et de comparer nos expériences avec celles qui ont été publiées sur l'aconit et l'aconitine.

Résumons d'abord les conclusions de notre mémoire :

1° L'aconitine est un poison narcotico-âcre, dont les propriétés irritantes se manifestent surtout sur les muqueuses.

2° L'absorption de l'*aconitine* par le tube digestif est plus rapide que celle du curare et de la strychnine par la même voie, ce qui explique la rapidité de la mort chez les animaux chez lesquels des doses extrêmement petites d'aconitine ont été introduites dans l'estomac.

3° L'aconitine agit sur les centres nerveux, et successivement sur le bulbe, la moelle et le cerveau.

4° Les symptômes se traduisent dans l'ordre de succession suivant : abolition de la respiration, de la sensibilité générale, de la sensibilité réflexe, des mouvements volontaires.

5° L'aconitine trouble les fonctions du cœur en agissant sur la substance même de cet organe ; sous son influence, les battements du cœur, après avoir été d'abord augmentés en nombre, diminuèrent rapidement.

6° Les effets du poison sur les nerfs périphériques succèdent aux effets du poison sur les organes centraux.

7° L'excitabilité des filaments nerveux moteurs ou sensibles disparaît dans les fibres périphériques avant de disparaître dans les troncs nerveux.

L'aconitine, isolée par Brandes en 1819, a été mieux étudiée par Geiger et Hesse, Berthemot, Stahlschmidt, et Morson, de Londres.

L'examen de divers modes de préparation publiés nous ayant démontré qu'ils étaient tous plus ou moins défectueux, nous leur avons fait subir diverses modifications qui permettent d'obtenir l'aconitine à l'état de pureté.

Voici comment on doit opérer :

Faites macérer pendant huit jours la racine d'aconit en poudre dans q. s. d'alcool à 85 degrés. Déplacez les liqueurs et distillez au bain-marie ; ajoutez q. s. de chaux éteinte ; agitez de temps en temps. Filtrez, précipitez par un très-léger excès d'acide sulfurique, et évaporez en consistance sirupeuse. Ajoutez à la liqueur deux ou trois fois son poids d'eau ; laissez reposer et enlevez l'huile verte qui surnage et se solidifie à 20 degrés. Passez à travers un filtre mouillé pour séparer les dernières portions d'huile ; traitez par l'ammoniaque et portez à l'ébullition : l'aconitine se précipite en une masse compacte qui contient beaucoup de résine et se sépare facilement de la liqueur ; on lave le précipité et l'on traite par l'éther pur (l'éther ne doit contenir ni eau ni alcool). On laisse évaporer spontanément la solution éthérée ; le résidu est de l'aconitine impure. Dissolvez dans l'acide sulfurique dilué, et précipitez à chaud par l'ammoniaque : l'aconitine se sépare sous forme d'un coagulum analogue à celui de la codéine. Recueillez-la sur un filtre, desséchez et dissolvez dans l'éther ; évaporez à siccité et traitez par une très-petite quantité d'acide sulfurique dilué : le sulfate d'aconitine est précipité goutte à goutte par l'ammoniaque diluée. On sépare la première partie du précipité qui est coloré, et l'on continue de précipiter jusqu'à ce que la liqueur ait une légère odeur d'ammoniaque. On lave le précipité jusqu'à disparition complète d'odeur ammoniacale, et on le sèche à une basse température. 10 kilogrammes de racine d'aconit napel de bonne provenance donnent en moyenne de 4 à 6 grammes d'alcaloïde.

L'aconitine ainsi obtenue se présente sous forme d'une poudre blanche, extrêmement légère et divisée, d'une saveur amère ; elle est à l'état d'hydrate et contient environ 20 pour 100 d'eau. Elle fond à 85 degrés et devient anhydre ; elle offre alors l'aspect d'une substance résineuse transparente, de couleur ambrée. On peut encore l'obtenir anhydre par évaporation spontanée de sa dissolution dans l'éther ou par sa précipitation par les alcalis, d'une solution aqueuse bouillante. Dans ce dernier cas elle forme, en se précipitant, un coagulum compacte qui facilite sa séparation.

L'aconitine n'a pas encore été cristallisée. M. Morson a obtenu par évaporation très-lente d'une solution saturée d'aconitine dans l'alcool ou l'éther des cristaux volumineux bien définis, d'aspect cireux, qu'il considérait comme de l'aconitine cristallisée; mais l'examen que nous avons fait de ces cristaux nous a démontré qu'ils n'étaient pas de l'aconitine. En effet, en comparant leur action à celle de l'aconitine pure, nous avons vu que ces cristaux, à la dose de 5 milligrammes, empoisonnaient une grenouille en trente minutes, tandis que l'aconitine, à la dose de 2 milligrammes, produit le même effet en trois minutes seulement. Les symptômes sont du reste les mêmes dans les deux cas. Ce nouveau corps est-il un produit de transformation ? ou coexiste-t-il dans la plante avec l'aconitine ? Nous ne saurions nous prononcer à cet égard. Doit-il le peu d'activité qu'il possède à la présence d'une petite quantité d'aconitine ? ou a-t-il une action propre ? M. Morson a bien voulu, sur notre demande, faire subir à son produit trois cristallisations successives ; nous avons trouvé une même activité à ce dernier produit : ce fait semblerait prouver que le corps cristallisé a une action propre, mais on peut objecter qu'il retient encore quelques traces d'aconitine, qui seule agirait. Cette hypothèse est d'autant plus admissible, qu'il suffit d'une quantité infiniment petite d'aconitine pour produire l'empoisonnement. Quoi qu'il en soit, on peut affirmer que ce nouveau corps, auquel M. Morson propose dès à présent de donner le nom de *napelline*, n'est pas de l'aconitine. L'aconitine n'est pas volatile; chauffée au-dessus de 120 degrés, elle se décompose en dégageant de l'ammoniaque, et se dissipe rapidement sans laisser de résidu;

elle est à peine soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, très-soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme.

L'aconitine est un alcaloïde azoté; sa composition, d'après M. Stahlschmidt, est $C^{60}H^{47}O^{14}Az$; elle bleuit le papier de tournesol, sature les acides et forme des sels, qui, d'après M. Stahlschmidt et mes observations propres, ne sont pas cristallisables. La potasse, la soude, l'ammoniaque, les carbonates alcalins, la précipitent de ses sels; l'acide nitrique fumant la dissout sans coloration; l'acide sulfurique à chaud la colore d'abord en jaune, puis en rouge violacé; la potasse, même à chaud, ne la colore pas; elle donne avec le tannin un précipité blanc abondant, beaucoup moins vénéneux que l'aconitine; avec l'eau iodée et l'iodure de potassium ioduré (réactif de M. le professeur Bouchardat), elle donne un précipité couleur kermès. L'iodure de potassium ioduré, recommandé par M. le professeur Bouchardat dans l'empoisonnement par les alcaloïdes, est le meilleur contre-poison de l'aconitine; le tannin peut être également employé avec avantage, toutefois il est inférieur au précédent, le tannate d'aconitine étant facilement soluble dans les acides faibles et les solutions alcalines. Elle forme, avec l'iodure double de mercure et de potassium (réactif de M. de Vry), un précipité blanc jaunâtre caillebotté; avec le chlorure d'or, elle donne un précipité jaune, qui, chauffé, prend l'aspect de gouttes d'huile et se solidifie comme de la résine; ce précipité, redissous dans l'alcool, donne des cristaux jaunâtres; le chlorure de platine ne la précipite pas.

L'aconitine pure peut être obtenue à l'*état d'hydrate*, contenant 20 pour 100 d'eau, et à l'*état anhydre*. C'est sous forme d'hydrate qu'elle doit être employée.

§ II. — De l'action physiologique de l'aconitine sur l'homme.

Lorsque l'aconitine est appliquée sur une partie fine de la peau, soit en dissolution dans l'alcool, soit en pommade, elle détermine bientôt un sentiment de chaleur, puis de brûlure, accompagné d'élancements et de démangeaisons; plus tard on éprouve

de la pesanteur et de l'engourdissement dans les parties affectées : il semble qu'elles soient comprimées par un poids lourd ; d'autres fois la peau est comme soulevée et contractée par les muscles situés au-dessous. Sa couleur n'est pas modifiée; il y a anesthésie. Ces symptômes durent plusieurs heures, quelquefois un jour entier; ils ne sont jamais suivis d'accidents généraux.

A l'intérieur, nous avons porté successivement les doses jusqu'à milligrammes; ce sont les symptômes éprouvés à cette dose que nous allons exposer.

Presque aussitôt après avoir pris l'aconitine, on éprouve sur toute la muqueuse buccale une sensation d'âcreté et de chaleur qui se propage rapidement à la gorge, et plus tard à l'estomac.

Cette impression devient bientôt de plus en plus vive; il y a brûlure et engourdissement des lèvres, de la langue et du pharynx ; en même temps on remarque une salivation souvent très-abondante, déterminée sans doute par l'action irritante de l'aconitine sur les glandes mucipares.

A ces effets locaux viennent bientôt se joindre des phénomènes généraux. On éprouve d'abord du malaise, de la faiblesse, de la pesanteur de tête, puis des nausées, des bâillements fréquents, de l'oppression et un affaiblissement musculaire très-prononcé. Le pouls s'élève, mais dans une faible limite ; la peau est moite ; on remarque des fourmillements sur diverses parties du corps, et plus particulièrement à la face et aux extrémités. Après un temps variable, l'abattement augmente, il y a céphalalgie, souvent douleurs lancinantes de la face siégeant plus particulièrement sur le trajet des nerfs; les nausées sont fréquentes, quelquefois accompagnées de vomissements. L'affaiblissement musculaire est plus grand, les fourmillements plus manifestes, surtout dans l'immobilité ; les membres sont comme engourdis, la face tendue et gonflée ; le pouls tombe ; la respiration est difficile, la sensation de brûlure à la gorge devient pénible ; on remarque des sueurs abondantes. Plus tard il y a prostration générale ; on éprouve un brisement des membres, de la difficulté à serrer les objets, le moindre effort épuise, on se sent comme énervé ; la respiration est lente, profonde ; le pouls baisse notablement, l'intelligence

reste nette; il n'y a pas de somnolence, rarement de la tendance au sommeil. La pupille est dilatée, mais cette dilatation est loin d'être aussi énergique que celle produite par l'atropine; elle se produit lentement, et cesse le plus généralement sous l'influence d'une vive lumière. Ces symptômes durent de dix à seize heures; peu à près le pouls se relève, la respiration devient plus libre, les forces reprennent; l'appétit, qui avait été suspendu, renaît; en un mot, tout rentre dans l'ordre. Les symptômes qui persistent en dernier lieu sont l'âcreté de la gorge, la pesanteur de la tête et de la courbature.

Observation. — Huit heures trente minutes du matin : 6 granules d'aconitine d'un demi-milligramme; pouls, 68.

Huit heures quarante minutes : sentiment de chaleur dans l'estomac.

Huit heures cinquante minutes : malaise général, bâillements, éructations, nausées.

Neuf heures : chaleur plus vive de l'estomac; pouls, 76; sentiment d'ardeur à la pointe de la langue, débilité générale, affaiblissement musculaire, nausées.

Neuf heures dix minutes : ardeur des lèvres, de la gorge et de toute la muqueuse buccale.

Neuf heures quinze minutes : fourmillements à la face et dans les avant-bras; pouls à 84.

Neuf heures trente minutes : oppression, céphalalgie, sentiment d'âcreté et de brûlure de la gorge beaucoup plus prononcé, salivation.

Dix heures : dépression générale, affaiblissement musculaire très-grand, sueurs; pouls à 68, nausées, vomissement.

Onze heures : fourmillements à la face, qui semble gonflée, tendue; aux avant-bras et aux mains, qui sont comme engourdis, pesants; pouls à 60.

Douze heures : respiration gênée, douleur à la tempe sur le trajet du nerf sus-orbitaire, sueurs abondantes, pupille non dilatée, sentiment de brûlure très-pénible dans toute la bouche et le pharynx; les lèvres sont comme engourdies; salivation très-abondante, inappétence complète, quelques nausées.

Une heure : mêmes symptômes, prostration complète des forces, marche pesante, énervation générale, un peu de tendance au sommeil.

Trois heures : céphalalgie avec constriction aux tempes, pupille dilatée, respiration difficile, pouls à 52.

Cinq heures : mêmes symptômes; la sensibilité paraît diminuer surtout aux mains et aux joues, l'intelligence est nette, pas de somnolence.

Sept heures : les symptômes paraissent s'amender, la tête se dégage, les fourmillements diminuent, la dépression est moins grande, pouls à 60.

Huit heures : il y a un mieux notable, la respiration est plus facile ; l'âcreté et la brûlure de la gorge sont moins marquées, il y a toutefois faiblesse et lassitude générale, la pupille reste dilatée ; pouls à 68.

Huit heures trente minutes : sommeil facile, sans agitation ni rêves ; le lendemain, au réveil, il ne reste pas de traces des effets de l'aconitine.

On remarque dans cette observation que l'action irritante de l'aconitine sur les muqueuses de la bouche et du pharynx s'est fait sentir assez lentement. Cela tient à ce que l'aconitine ayant été portée directement dans l'estomac sous forme de granules, n'a pu exercer son action irritante que par continuité ; lorsqu'au contraire elle est prise en solution et se trouve par conséquent en contact direct avec la muqueuse, ses effets locaux se font sentir presque immédiatement. On voit par ces expériences quelle est l'activité de l'aconitine lorsqu'elle est pure, puisqu'à la dose de 3 milligrammes seulement, elle a produit des symptômes aussi marqués ; l'aconitine que l'on trouve soit en France, soit en Allemagne, est loin d'avoir une action aussi énergique : dans les essais comparatifs auxquels nous nous sommes livrés, nous avons dû élever ses doses jusqu'à 5 et 10 centigrammes pour obtenir des effets analogues à ceux observés avec l'aconitine pure. Nous profiterons de cette réflexion pour appeler l'attention des médecins sur le danger qu'il y aurait à confondre les diverses aconitines, et nous conseillons la plus grande réserve jusqu'à l'inscription au Codex d'un mode de préparation de l'aconitine.

Il résulte de ces observations, que l'aconitine irrite considérablement les muqueuses. Les fourmillements qu'elle détermine à la face et dans les avant-bras, puis sur tout le corps, coïncidant avec une céphalalgie intense, indiquent que la cause réside dans l'encéphale. Les douleurs sur le trajet du nerf sus-orbitaire nous permettent de localiser l'effet du poison sur l'isthme de l'encéphale. Ajoutons que la difficulté des mouvements, quoique la volonté soit intacte, les troubles du côté du cœur qui se traduisent par une élévation d'abord, puis par une dépression, la gêne notable de la respiration, militent en faveur de cette manière de voir. Les effets du poison sur l'homme paraissent donc s'exercer en premier lieu sur l'encéphale et plus spécialement sur la moelle allon-

gée, ainsi que nous l'avons observé sur les animaux dans nos premières expériences. Nous avons noté la contraction de la pupille après l'application de l'aconitine sur la conjonctive d'un lapin ; sur l'homme, nous avons au contraire remarqué la dilatation. Les troubles dans la sensibilité, les mouvements et la respiration ne se présentent pas non plus dans le même rapport que ceux observés sur les animaux. Mais remarquons que l'aconitine n'avait point été prise à une dose toxique ; il peut bien se faire que dans ce cas, son action se faisant sentir plus lentement sur les centres, soit la cause de ces différences; toutefois il est incontestable que les troubles se sont montrés sur nous avec la plus grande netteté.

§ III. — Résumé des travaux publiés sur l'action physiologique de l'aconitine.

Schroff (*Union médicale* de 1854) : « 0,80 centigrammes d'aconitine donnés à un lapin sont suivis de mort en vingt-quatre heures avec les phénomènes suivants :

» Augmentation immédiate et fréquence du pouls; au bout de dix minutes il battait 240 ; après quarante minutes il était indistinct; rareté de la respiration (40 à la minute), qui est profonde et exécutée par les muscles abdominaux et thoraciques. Après trois heures la respiration tombe à 43, tandis que dans l'empoisonnement par l'extrait d'aconit, la respiration est en rapport avec le pouls, courte, et ne s'exécute qu'avec les muscles abdominaux. Dans les premières vingt-cinq minutes l'animal est tranquille et exécute quelques faibles mouvements de mâchonnement ; après trente-cinq minutes, mouvements convulsifs de la tête en arrière et même du corps entier; vibrations des téguments ; l'animal urine beaucoup ; il ne pouvait plus se tenir sur les pattes, tombait sur le ventre; somnolence. Après cinquante minutes, dilatation de la pupille, qui devient complète en une heure trente minutes, et qui dure encore après vingt-quatre heures. Plusieurs selles pendant la nuit, beaucoup d'urine ; le lendemain, au moment où l'animal se refroidit, la respiration tombe à 40, le pouls à 150. Enfin, mort vingt-quatre heures après l'injection du poison. A

l'autopsie, rougeur de l'œsophage et de l'estomac sans érosion, injection de l'intestin grêle; tube intestinal rempli par une exsudation visqueuse sans sang, gros intestin vide; sang liquide dans le système veineux, vaisseaux du cœur gorgés de sang; le foie, la rate congestionnés. Chez l'homme, une goutte d'une dissolution de 0,20 centigrammes dans suffisante quantité d'alcool introduite dans l'œil a produit une sensation de brûlure très-vive, avec rougeur de la conjonctive, des paupières et du globe de l'œil, et larmoiement. La pupille était tantôt dilatée, tantôt contractée; ce n'est qu'après une heure que la dilatation était constante, l'iris n'était plus qu'une bande étroite. Après douze heures cette dilatation durait encore; rien à l'œil opposé.

» L'aconitine prise à l'intérieur est précipitée de sa solution alcoolique par la salive; son amertume est intense, persistante et laisse une sensation de brûlure longtemps après; elle cause des éructations, des borborygmes; face chaude, chaleur générale avec maximum à l'épigastre; sentiment de tiraillement dans les joues, la mâchoire supérieure, le front, en un mot dans les parties animées par le trijumeau; pouls plus fréquent, plus tard plus faible et dicrote; pupille d'abord mobile; la tête est prise; bourdonnement, sentiment de pression, étourdissement, éblouissement; pensée lente, paresseuse; douleur de tête plus vive par le travail d'esprit; débilité musculaire, urines abondantes. Ces phénomènes durent un ou deux jours. L'aconitine a donc pour action éructation, borborygmes, dilatation de la pupille, abaissement du pouls, douleur de la tête et de la face, éblouissements, abattements, sueurs et diurèse.

» Un autre expérimentateur, M. Heinrich, a observé, en prenant 5 centigrammes : saveur désagréable, amertume repoussante; après dix minutes, sensation de brûlure; le pouls, d'abord fréquent, s'est abaissé, plus tard il est tombé à 52 et même 47; le corps était brûlant, sueurs; tête prise, lourde; abattement, faiblesse, fourmillements dans la face, pupille dilatée, douleurs de tête et de la face, bourdonnement, faiblesse musculaire, gêne de la respiration, éructation. La douleur de tête et l'abattement durent toute la soirée; le lendemain, faiblesse et douleurs moindres.

» Un autre expérimentateur a constaté comme le précédent, à faibles doses, l'abaissement du pouls, une sensation de brûlure à la langue et une douleur à la tête et à la face. »

On remarquera que l'aconitine employée par Schroff devait être extrêmement impure, puisque à la dose de 0,80 centigrammes elle a déterminé la mort d'un lapin en vingt-quatre heures seulement.

Cette observation s'applique également aux conclusions de van Pragg, que nous donnerons ci-après, et qui a reconnu plus d'activité à l'extrait d'aconit qu'à l'aconitine ; du reste les résultats observés par Schroff concordent avec les nôtres. Observons cependant que dans l'empoisonnement sur le lapin, celui-ci reste avec le pouls élevé jusqu'à la mort. Nous avons, au contraire, toujours constaté l'abaissement du pouls après une excitation passagère, et Schroff lui-même, dans ses conclusions, signale l'abaissement du pouls comme symptôme général de l'aconitine.

Conclusions d'un mémoire de van Pragg, publié dans les annales de Virchow (*Gazette hebdomadaire*, 1857) : « La respiration a été plus ou moins ralentie chez les mammifères par l'aconit ; les battements du cœur deviennent irréguliers, les muscles sont relâchés ; faiblesse, apathie générale, horreur pour ainsi dire de tout mouvement ; dans les cas les plus graves, paralysie. L'action de l'aconitine est donc de déprimer le système musculaire sans excitation préalable. Le cerveau était évidemment attaqué ; il y avait perte plus ou moins complète de la connaissance, une certaine indolence et une apathie prononcée, quelquefois une véritable anesthésie ; les yeux deviennent très-sensibles, les pupilles dilatées, l'estomac présentant les symptômes communs à tous les empoisonnements, vomiturîtions, vomissements. L'activité digestive n'étant pas surexcitée, le système urinaire fut affecté dans un cas sur treize expériences ; trois salivations. Chez les chiens, la durée moyenne d'une intoxication varie de cinq heures à cinq heures dix minutes. La durée la plus longue a été de vingt-huit heures quarante minutes ; la plus courte, de onze minutes ; la dose la plus forte était de 2 grains. Un grain 1/2 injecté dans la jugulaire occasionna la mort en onze minutes. Chez les oiseaux, dépres-

sion générale du système musculaire, dilatation de la pupille, salivation dans un seul cas.

» Chez les grenouilles, adynamie prompte, paralysie et incapacité réactive; les pattes de derrière, celles de devant enfin, les muscles de la tête furent successivement paralysés. Dans un cas la respiration fut subitement suspendue, dans un autre elle fut au contraire activée ; le cœur conserva son irritabilité comme dans les cas où l'intoxication n'a pas eu lieu.

» Chez les poissons, mêmes symptômes du côté des muscles, dyspnée et diminution des mouvements respiratoires. A l'autopsie, les membranes du cerveau très-hypérémiées, ainsi que le cerveau lui-même; le sang variait dans quelques cas, épais et non caillé; dans d'autres, caillots fibreux. En somme, l'aconitine a des effets identiques avec ceux de l'extrait d'aconit, il lui manque seulement l'énergie de ce dernier. »

Duckworth (*British medical Journal*, 1861) : « Ces expériences ont été faites sur des chats et des lapins ; elles avaient pour but de déterminer d'une manière précise l'action que l'aconitine exerce sur la pupille, les auteurs n'étant pas d'accord.

» Administrée à l'intérieur, elle donne tout d'abord lieu à une sensation de fourmillements intenses dans la langue et l'arrière-gorge; presque aussitôt survient une sécrétion extrêmement abondante de salive; l'écoulement involontaire de ce liquide semble prouver qu'en même temps l'influence de la volonté sur l'acte de la déglutition est presque entièrement abolie. Les fonctions respiratoires sont troublées à leur tour; la respiration devient laborieuse, spasmodique, et s'accompagne de cris plus ou moins aigus, suivant la dose employée. On observe ensuite des vomissements qu'il est permis de rapporter à un trouble dans les fonctions du nerf vague, parce qu'à l'autopsie des animaux empoisonnés, on ne trouve aucune lésion de l'estomac. Plus tard encore la sensibilité est abolie; l'animal se jette de côté et d'autre comme un individu fou; il fait de vains efforts pour marcher, fait des bonds désordonnés, puis tombe sur le côté dans un état de prostration interrompu de temps en temps par des convulsions. Enfin, comme phénomènes ultérieurs, on remarque le ralentissement et l'embarras croissant

de la respiration, et enfin une paralysie générale et complète. Relativement à l'état des pupilles, dans les premières phases de l'empoisonnement, elles sont plus ou moins rétrécies ; elles se dilatent au contraire extrêmement deux ou trois minutes avant la mort, et restent dans cet état au moment où l'animal expire. Après la mort elles restent tantôt dilatées, tantôt on remarque dans l'une d'elles ou dans toutes les deux les alternatives de dilatation et de resserrement, et ces variations ne s'arrêtent parfois que douze heures après la mort. Lorsque, au lieu de donner l'aconitine à l'intérieur, on en injecte une solution dans les veines, la dilatation de la pupille survient presque immédiatement sans être précédée d'un resserrement, ce qui paraît tenir à ce que le poison agit alors avec une plus grande rapidité. Le resserrement est également très-passager et est remplacé rapidement par la dilatation, lorsque l'aconitine est donnée à l'intérieur en quantité suffisante pour tuer rapidement.

» Chez l'homme, la dilatation de la pupille ne survient d'ailleurs pas comme phénomène ultime et avant-coureur de la mort. M. Duckworth cite à ce propos le fait d'une jeune dame qui avait avalé une dose considérable de teinture d'aconit ; peu de temps après l'apparition des premiers symptômes d'intoxication, les pupilles étaient tellement dilatées, que les iris semblaient avoir totalement disparu. Chez cette jeune personne, les fourmillements dont les extrémités étaient le siége persistèrent pendant quinze jours, et pendant plusieurs jours elle resta sujette à un engourdissement subit et passager des pieds, qui était assez intense pour rendre la marche impossible. Un autre phénomène qu'on remarque chez l'homme dans l'empoisonnement par l'aconitine, c'est l'abolition complète de la parole ; il semble aux malades que la langue soit collée à la cavité buccale, et il leur est impossible d'articuler le moindre son. »

L'abolition de la parole a été signalée aussi par M. Pereira dans un cas d'empoisonnement. Il ne semble pas, toutefois, que ce soit un fait général.

Si nous venons à comparer les diverses observations qui précèdent, nous verrons qu'elles présentent, soit entre elles, soit avec les

nôtres, quelques dissidences qui doivent être attribuées sans doute à la différence de composition des aconitines employées; il résulte néanmoins de l'ensemble de ces observations, comme de nos propres expériences avec lesquelles elles présentent une grande analogie, que l'aconitine exerce son action générale sur les centres nerveux, dont elle tend à diminuer l'activité en déterminant sur l'homme comme sur les animaux l'affaiblissement des mouvements, de la respiration, de la circulation et de la sensibilité. Son action sur l'homme diffère de celle des substances narcotiques, telles que la morphine, en ce qu'elle ne produit pas la diminution des facultés intellectuelles, un sommeil plus ou moins profond, l'état comateux. Son action spéciale sur les muqueuses, qu'elle irrite violemment, l'a fait ranger parmi les narcotico-âcres ; elle diffère de quelques-uns d'entre eux, en ce qu'elle ne semble pas produire les phénomènes d'excitation qui les distinguent, tels que délire, hallucinations, ivresse. Ses effets dominants sont : l'irritation des muqueuses, la salivation, les nausées, l'affaiblissement musculaire, les fourmillements, les sueurs, la céphalalgie, la gêne de la respiration, la dépression du pouls, précédée constamment d'une augmentation des battements du cœur, la diminution de la sensibilité.

Les vomissements ont toujours paru dès que la dose de poison a été suffisamment élevée. M. Duckworth pense qu'il est permis de les rapporter à un trouble dans les fonctions du nerf vague, parce qu'à l'autopsie on ne trouve aucune lésion de l'estomac. Nous avons cru au contraire devoir les attribuer, dans la généralité des cas, à l'irritation causée par le poison sur la muqueuse gastrique, et la preuve que nous pouvons en donner, c'est que dans les nombreuses autopsies que nous avons faites, nous avons toujours constaté, contrairement à M. Duckworth, une rougeur extrême de l'estomac, fait qui a du reste été observé par tous les auteurs. Toutefois les vomissements peuvent, dans certaines circonstances, être expliqués par une action directe sur le bulbe et non sur la muqueuse gastrique. Le poison, introduit dans une blessure chez un chien, détermine des vomissements, ainsi que l'a reconnu Pereira. Évidemment nous reconnaîtrons là un effet de l'action

de la substance toxique sur le bulbe, analogue à celle que l'on obtient par l'injection de l'émétique dans les veines. Quant aux phénomènes convulsifs, s'ils n'ont pas été observés sur l'homme, ils l'ont été fréquemment sur les animaux supérieurs, et doivent être considérés, non comme le résultat d'une excitation des centres par le poison, mais comme un effet consécutif à l'asphyxie. Si, chez la grenouille, la suspension de la respiration ne détermine pas de convulsions, c'est qu'il n'y a pas stase du sang dans le système veineux, comme chez les animaux supérieurs.

§ IV. — De l'action physiologique de l'aconit.

L'aconitine représente-t-elle toutes les propriétés de l'aconit? Ces deux substances diffèrent-elles par quelques points dans leur action? Pour résoudre la question, recherchons d'abord quelles sont les propriétés attribuées par les auteurs à l'aconit :

Pereira (*Archives de médecine*, 1832) : « Les expériences suivantes ont été faites avec un aconit ferox, conservé depuis dix ans. Une partie fut pulvérisée, une autre transformée en extrait alcoolique, une troisième en extrait aqueux.

» *Première expérience.* — Je goûtai la liqueur spiritueuse pendant l'évaporation, et je ne remarquai d'abord rien de particulier; un quart d'heure après, je ressentis à l'extrémité de la langue et sur les lèvres un picotement tout particulier et un sentiment de torpeur; bientôt le voile du palais devint douloureux, et j'éprouvai une sensation comme si le voile du palais et la luette étaient en contact avec la base de la langue. La douleur était si forte, que je fus inquiet; après un quart d'heure elle se dissipa; la torpeur dura seize heures.

» *Deuxième expérience.* — Trois grains de poudre sont donnés à un lapin. Après une minute, respiration difficile, l'animal est souffrant; quelques gouttes de liquide mélangées à une petite portion de poudre s'échappent de la gueule. Trois minutes après, salivation très-abondante et difficulté très-grande de respirer. Au bout de douze minutes, affaiblissement et presque paralysie du train de derrière; quinze minutes après, impossibilité de se lever

sur les pattes; une minute plus tard, convulsions des membres postérieurs, évacuation d'un peu d'urine; extension des pattes de derrière : l'animal paraît mort. — Vingt minutes après l'ingestion du médicament, les matières contenues dans les intestins sont évacuées, les muscles volontaires se contractent. Une demi-heure après la mort, sous l'influence de la pile, le mouvement musculaire des intestins augmente sensiblement; le cœur ne se contracte que faiblement. En examinant le cadavre de l'animal, on trouve les cavités du cœur vides, les droites remplies de sang, les poumons d'un rouge vif, les artères pulmonaires gorgées de sang, et l'estomac rempli d'aliments non digérés. Une petite portion de la poudre avait pénétré dans la trachée-artère.

» *Troisième expérience.* — Un grain d'extrait alcoolique d'aconit ferox fut introduit dans le péritoine d'un jeune lapin. Après deux minutes, affaiblissement du train de derrière; après trois, gêne de la respiration, accompagnée d'une sorte de mouvement convulsif. Après trois minutes et demie, renversement de la tête en arrière; après cinq minutes, convulsions légères; l'animal tombe sur le côté; six minutes, convulsions plus violentes, efforts infructueux pour se relever, difficulté extrême de la respiration; de huit minutes, insensibilité complète des extrémités postérieures, même après une forte piqûre; de neuf minutes, convulsions générales; enfin, après neuf minutes et demie, mort. A ce moment, les pupilles sont très-dilatées; mais, trois minutes après, elles se contractent. Six minutes après la mort, les muscles volontaires se contractent sous l'action de la pile; mais cette contractilité cesse bientôt : les oreillettes offrent des contractions manifestes, même après que les fils conducteurs sont éloignés; les ventricules paraissent presque insensibles à l'action galvanique; le côté droit du cœur est gorgé de sang noir, le gauche est vide; les poumons sont d'un rouge vif, et les artères pulmonaires gorgées de sang.

» *Quatrième expérience.* — Après avoir fait sur un lapin une incision à la peau du côté gauche de la poitrine, on introduisit dans le tissu cellulaire sous-cutané un grain d'extrait alcoolique. Immédiatement après l'expérience, l'animal continua de manger, mais il cessa au bout de six minutes. Après la septième minute,

évacuation de matières fécales; au bout de huit minutes, grincement de dents, renversement de la tête en arrière, salivation. Après neuf minutes, incertitude des mouvements; de neuf minutes et demie, impossibilité de se tenir sur les pattes, convulsions; après dix minutes, insensibilité des membres postérieurs; onze minutes, convulsions violentes, surtout dans les pattes de devant, cris faibles et répétés; après treize minutes, chute sur le côté; après quatorze minutes, mouvements violents dans les muscles abdominaux; de quatorze minutes et demie, convulsions du train de derrière, écoulement d'urine, dilatation extrême des pupilles; enfin un quart d'heure après le commencement de l'expérience, l'animal succombe, et bientôt les pupilles commencent à se contracter. Effets du galvanisme et nécropsie comme ci-dessus.

» *Cinquième expérience.* — Deux grains d'extrait aqueux furent introduits dans la cavité du péritoine d'un lapin adulte; une partie de cette substance, dissoute dans la sérosité qui s'écoulait par la plaie, se trouva ainsi en contact avec les lèvres saignantes de l'incision. Au bout de deux minutes, l'animal paraît mal à l'aise et lèche la blessure; après cinq minutes, allongement spasmodique des pattes de derrière, respiration précipitée; au bout de neuf minutes, évacuation d'urine; au bout d'un quart d'heure, station difficile, l'animal chancelle sur les pattes; après dix-sept minutes, mouvement instantané qui porte la tête de côté; après vingt minutes, affaiblissement considérable, respiration fréquente et convulsive, impossibilité de se tenir sur les pattes, l'animal reste étendu tout de son long, respiration irrégulière; après vingt-cinq minutes, fortes convulsions, cris faibles, pupilles très-dilatées, yeux enfoncées dans les orbites; enfin, après vingt-cinq minutes, mort.

» *Sixième expérience.* — On fit avaler à un jeune lapin à jeun depuis vingt-quatre heures un grain d'extrait alcoolique placé sur un petit morceau de feuille de chou; après quelques minutes, l'animal ne cherche plus à manger les feuilles de chou qu'on lui présente. Le seul effet appréciable du poison fut un mouvement des mâchoires qui dura plus d'une heure : l'animal semblait ruminer.

» *Septième expérience.* — On introduisit deux grains et demi d'extrait étendus dans deux ou trois gouttes d'alcool dans un petit tube de cuivre muni d'un robinet, dont on plaça une des extrémités dans la veine jugulaire d'un chien vigoureux et de grande taille. On adapta à l'autre extrémité de ce tube une petite seringue contenant de l'eau tiède, et l'on fit ainsi passer dans la veine le poison mêlé à de l'eau.

» On prit les plus grandes précautions pour éviter l'introduction de l'air dans les vaisseaux ; la totalité du liquide injecté n'excédait pas 2 gros. Aussitôt après l'expérience, l'animal fit les plus grands efforts ; après une minute, il survint des convulsions très-fortes, la respiration devint pénible, et il y eut des évacuations abondantes d'urine et de matières fécales ; la mort arriva après trois minutes. La veine jugulaire contenait un liquide blanchâtre mêlé de sang, et d'un caillot assez volumineux ; les cavités droites du cœur étaient gorgées de sang, les gauches vides ; les veines caves inférieures et supérieures, ainsi que les artères pulmonaires, étaient remplies de sang en partie coagulé, les poumons d'un rouge vif. Une expérience comparative, faite sur un chien de même taille avec alcool et eau seuls, ne laisse aucun doute que le poison était cause de la mort.

» *Huitième expérience.* — Mêmes résultats.

» *Neuvième expérience.* — Trois grains d'extrait alcoolique donnés à l'intérieur à un jeune lapin dans du chou ne furent suivis d'aucun autre résultat que comme l'expérience n° 6. Au bout de quatre heures, on fit vomir l'animal, et l'on trouva l'estomac distendu par des aliments sans aucune lésion appréciable.

» *Dixième expérience.* — Six grains d'extrait alcoolique donnés à un chien adulte à jeun depuis vingt-quatre heures n'ont été suivis d'aucun symptôme, si ce n'est un tremblement très-fort qui allait jusqu'aux convulsions, et qui n'eut lieu qu'une fois.

» *Conclusions.* — La racine d'aconit est un poison des plus violents ; les extraits alcooliques et aqueux sont vénéneux, le premier à un degré plus élevé que le deuxième. » Ce poison exerce une action locale sur les nerfs de la partie sur laquelle il est appliqué ; son action éloignée s'exerce sur le système nerveux.

L'intensité de cette action est proportionnelle à la facilité absorbante de la partie sur laquelle la substance délétère est appliquée. La cause immédiate de la mort est l'asphyxie. Ce poison diminue l'irritabilité du cœur. Les symptômes qu'il produit sont la difficulté de la respiration, des convulsions et la paralysie des extrémités ; enfin, il y a une très-grande analogie entre les effets de cette espèce d'aconit et l'aconit napel de nos contrées ; seulement, les effets du premier sont beaucoup plus puissants que ceux du dernier. D'après M. Wallich, on emploie fréquemment dans l'Inde avec succès la racine d'aconit ferox dans les affections rhumatismales. »

Selon Pereira (*Matière médicale*, 1853) : « Une petite quantité d'un extrait alcoolique d'aconit, introduite dans une blessure (péritoine) d'un chien, cause généralement des vomissements, quelquefois d'un caractère stercoral, diminue la force de la circulation, affaiblit le système musculaire, de manière à forcer l'animal à chanceler en marchant, et détruit la sensibilité commune du sentiment sans causer la stupeur. Un chien, sous l'influence d'une dose pas trop forte, suivra son maître autour de la table, le reconnaîtra en remuant la queue, et sera cependant insensible au pincement et aux piqûres. Les convulsions ne viennent que peu avant la mort, et elles sont alors en général faibles, et plutôt appelées un mouvement spasmodique.

Si l'on donne une dose plus forte, la perte de sensibilité n'est pas si marquée, car la mort succède si rapidement à la perte de sensibilité, qu'on n'a pas le temps de l'observer. »

Il est facile de voir que les expériences de M. Pereira sont en tous points conformes aux nôtres ; quant aux résultats obtenus et aux conclusions qu'il en tire seulement, en disant que le poison agit sur le système nerveux, il n'a pas assez localisé l'effet de ce poison.

M. Eardes (*Bulletin de thérapeutique*, 1850) conclut, d'expériences faites sur les animaux, que «l'aconit n'a pas les propriétés des médicaments dits narcotiques, dénomination qu'il critique et propose de remplacer par celle de médicaments cérébro-spinaux ; l'aconit n'aurait pas pour effet primitif et spécifique, comme les

narcotiques, de troubler les fonctions des nerfs cérébro-spinaux, d'amener le sommeil, l'insensibilité, le délire, le coma, la stupeur, la paralysie, les convulsions. D'après lui, l'aconit porté à doses toxiques paralyserait les nerfs du sentiment, sans amener ni stupeur, ni convulsions ; les effets seraient l'affaiblissement, l'incertitude de la station, l'insensibilité de la surface croissant graduellement, faiblesse des muscles volontaires augmentant lentement, ralentissement prononcé du pouls, diminution de la vue, et, dans quelques cas, quelques mouvements convulsifs qui paraissent être le résultat de la cessation de la circulation cérébrale. »

Il nous est difficile d'admettre avec M. Eardes, que les convulsions observées aient pour cause l'anémie cérébrale. Nous avons examiné souvent l'état des centres, et chaque fois nous avons vu, surtout chez les animaux qui avaient des convulsions, les centres congestionnés. Nous n'avons pas remarqué non plus que les nerfs vaso-moteurs aient été influencés par le poison sur les grenouilles ; les vaisseaux ne nous ont jamais présenté ni dilatation, ni contraction, et, chez les lapins, le refroidissement des oreilles et des membres correspondait toujours au froid de la mort. Nous ferons remarquer que M. Eardes ne signale aucun trouble de la respiration ; cette abstention indiquerait-elle qu'il ne les a pas observés, alors que son attention avait été portée sur ce point. En cela, il serait en désaccord avec tous les physiologistes qui ont expérimenté sur l'aconit et ses préparations ; la preuve que c'est bien l'asphyxie qui est la cause des mouvements convulsifs, c'est que ces mouvements apparaissent surtout au moment où la respiration est le plus gênée.

Turnbull, 1835 : « L'aconit, sous quelque forme qu'on l'administre à petites doses, agit comme diurétique et diaphorétique, et accélère le pouls avec production de chaleur. Si l'on pousse plus loin, il commence à affecter le système nerveux et occasionne des maux de tête, nausées, faiblesse des articulations et des muscles, confusion légère de l'intelligence et sensation remarquable de fourmillement sur diverses parties du corps, particulièrement à la tête, à la face et aux extrémités. Si l'on augmente encore la dose, on remarque de l'aberration d'esprit, diminution de la vision,

mouvements convulsifs ; enfin, dans des cas d'empoisonnement, les symptômes ont été suivis de lipothymie, vomissements, stupeur et mort. »

Schroff (*Union médicale*, 1854) : « Les phénomènes produits par 10 centigrammes d'extrait d'aconit sont : douleurs de tête et de la face, dilatation de la pupille ; ralentissement du pouls et de la respiration, abattement, étourdissements, fourmillements dans toute la peau ; oppression, nausées, vomissements ; perte de sommeil, diminution de la sueur et augmentation de l'urine, constriction à la gorge ; quelquefois, démangeaisons de la peau, desquamation. »

Schroff (*Gazette médicale*, 1855) : « L'aconit et l'aconitine dilatent la pupille ; ces deux substances exercent une action spécifique sur le nerf trijumeau en provoquant des sensations particulières, le plus souvent douloureuses sur le trajet des ramifications de ce nerf. Elles augmentent la sécrétion urinaire, elles exercent une action déprimante sur le cœur et sur l'activité vasculaire, soit immédiatement, soit après une accélération passagère des mouvements du cœur. Cette action est permanente et diffère en cela de celle de l'atropine et de la daturine, qui augmentent la fréquence du pouls, après avoir exercé peu de temps une action déprimante sur ces vaisseaux. »

M. Imbert Gourbeyre (*Gazette médicale*, 1855) a surtout étudié l'action élective de l'aconit sur la tête et les nerfs de la face. Après avoir cité un grand nombre d'auteurs, qui tous ont remarqué cette action, il conclut d'expériences qui lui sont propres, que l'action élective de l'aconit sur la tête et la face sous forme de douleurs locatives çà et là, est une des actions les plus fréquentes de ce médicament ; c'est la douleur sus-orbitaire qui est la plus fréquente.

M. Hirtz (*Union pharmaceutique*, 1861) : « L'extrait alcoolique de racine d'aconit à la dose de 2 à 3 centigrammes a déterminé la dilatation de la pupille avec points noirs perçus par le malade, le ralentissement du pouls, quelques vertiges et presque constamment le picotement particulier de la peau du visage ; dès le deuxième jour, la diurèse devient plus abondante avec une urine très-pâle ; à la dose de 0,05 centigrammes, il a observé vertiges,

demi-cécité avec dilatation de la pupille, pâleur extrême, lypothymie avec pouls tremblotant. Au bout de trois heures, ces symptômes sérieux se dissipent, mais le lendemain le pouls ne donnait encore que 55 pulsations, et le malade éprouvait sur tout le corps une vive démangeaison sensible, surtout à la figure, autour du nez, avec contractions spasmodiques de la peau, que le malade cherchait à vaincre en se frottant continuellement cette partie avec les doigts. Cette singulière sensation sur la peau, et surtout à la figure, n'a manqué sur aucun des individus qui ont pris une certaine dose de l'extrait de racine; c'est comme un picotement électrique, surtout vers les ailes du nez, que les malades se pinçaient continuellement.

» M. Hirtz n'a jamais observé ni la sécheresse à la gorge, ni délire, ni hallucinations, même à fortes doses. »

Pereira (*Matière médicale*, 1853) : « Les effets locaux de l'aconit sur l'homme sont particuliers et des plus remarquables. Si une feuille ou une petite portion de racine est mâchée, ou si quelques gouttes d'une teinture alcoolique de la racine sont appliquées sur les lèvres, il se produit en peu de minutes un engourdissement et une sensation remarquable de picotement. Ces effets durent plusieurs heures; si la quantité est plus grande, le palais et la gorge sont affectés, la sensation apparaît comme si le voile et la luette étaient allongés et reposaient sur le dos de la langue. Pour remédier à cette sensation, on cherche à avaler. Lorsque de petites quantités de teinture alcoolique de la racine sont prises et répétées, elles causent de la chaleur et de l'engourdissement des extrémités et de temps en temps une petite diurèse. L'extrait d'aconit des pharmaciens ne doit inspirer que peu de confiance, comme je l'ai éprouvé.

» Storck dit qu'il agit comme diaphorétique et diurétique; ses effets ne sont pas constants, et quand ils se produisent, ils ne doivent pas être attribués clairement à l'aconit.

» A doses toxiques, les effets de l'aconit sont remarquables; l'observation suivante a été prise avec le plus grand soin : « M. Prescott, âgé de cinquante-sept ans, planta en 1836 dans son jardin quelques pieds de radis. L'année suivante, il observa quelques

plantes qu'il supposa être des radis noirs ; il en arracha trois pieds dont les racines, que j'ai vues, étaient petites et pointues et de la grosseur d'une petite noix; elles furent lavées, grattées et mangées à dîner (à deux heures) avec du vinaigre et du roast-beef par M. Prescott, sa femme et un enfant de cinq ans. On remarqua à table que les racines étaient très-douces et n'avaient pas le montant des radis noirs; une racine fut laissée, une racine et demie avait été mangée par M. Prescott. Trois quarts d'heure après le dîner, M. Prescott se plaignit d'un sentiment de brûlure et d'engourdissement dans les lèvres, la bouche, la gorge, qui s'étendit bientôt à l'estomac et s'accompagna de vomissements. Les matières vomies furent d'abord son dîner, puis un mucus spumeux, jamais il ne rendit de sang; les vomissements étaient violents et constants pendant une heure, et se continuèrent plus ou moins fréquemment jusqu'à une demi-heure avant la mort. Un émétique fut avalé à quatre heures un quart. Les extrémités étaient froides, mais la poitrine chaude; la tête était baignée par une sueur froide, les yeux étaient brillants ; il se plaignait d'une douleur violente dans la tête et tremblait excessivement (peut-être par terreur); les lèvres étaient bleues ; les facultés mentales n'étaient nullement dérangées, il n'y avait ni délire ni assoupissement, mais une conscience parfaite de tout ce qui se passait, et cela jusqu'à deux minutes avant la mort; il n'avait ni crampes, ni spasmes ou convulsions, et il portait fréquemment la main à la gorge. Quoique faible, il n'avait pas perdu son empire sur les muscles volontaires jusqu'à quelques minutes de la mort : il pouvait, avec l'assistance de son voisin, marcher au cabinet; sa respiration paraissait normale. A son retour du cabinet, il fut mis au lit, et expira dans une syncope quatre heures après son dîner.

» Madame Prescott éprouva la même sensation de brûlure et d'engourdissement des lèvres, de la bouche, de la gorge et de l'estomac; elle eut aussi des vomissements violents. Elle éprouva une sensation curieuse de pesanteur dans les mains, les bras, les jambes, et elle perdit le pouvoir d'articuler, au point de ne pouvoir donner l'adresse de son fils; elle éprouva une grande faiblesse musculaire et fut dans l'impossibilité de se tenir debout (son

mari, au contraire, pouvait marcher et se tenir debout). Elle sentit de la roideur dans les reins et de la difficulté à les remuer; elle n'éprouva ni crampes, ni spasmes, ni convulsions, seulement de la roideur dans les muscles. La vue était obscure, l'ouïe sans changement; la sensibilité du corps était affaiblie, la face et la gorge étaient presque insensibles au toucher ; elle avait des vertiges mais ni délire, ni assoupissement, elle avait toute sa connaissance. Son corps et ses extrémités étaient froides. De même que son mari, elle portait continuellement les mains à la gorge. Elle se rétablit six heures après son dîner.

» En comparant l'action de l'aconit avec celle des autres excitants cérébraux, nous remarquons que les effets locaux les plus caractéristiques sont l'engourdissement, le fourmillement. Appliqué sur l'œil, il contracte la pupille; la poudre et la teinture prises à l'intérieur donnent pour symptômes les plus marquants l'engourdissement et la démangeaison de la bouche et de la gorge et des extrémités; vomissements, pupille contractée, diminution de la circulation; le cœur paraît affaibli et paralysé, et il se produit un état voisin de l'asphyxie. Les convulsions et les spasmes ne sont pas constants, et, quand ils ont lieu, ils sont probablement un effet secondaire d'une asphyxie au début. »

En analysant l'observation de M. Prescott, il semblerait qu'il y ait une différence très-grande entre nos observations et celles-ci. M. Prescott expira dans une syncope, et sa respiration paraissait normale. Nous avons conclu de nos expériences que la mort devait être attribuée surtout à deux causes : la cessation des mouvements respiratoires et la cessation des mouvements du cœur. On comprend, à la rigueur, que dans certaines circonstances exceptionnelles, la syncope puisse être la seule cause de la mort, mais l'asphyxie est tellement la règle, que nous sommes disposés à douter quand on signale son absence. L'auteur le reconnaît lui-même quand il dit plus loin : « Le cœur serait affaibli ou paralysé, et il se produit un état voisin de l'asphyxie. » Et il reconnaît en outre que les convulsions et les spasmes, quand ils ont lieu, sont probablement l'effet secondaire d'une asphyxie au début.

M. Devay (*Journal de chimie médicale*, 1844) : « *Empoisonne-*

ment par l'alcoolature d'aconit. — Un garçon de pharmacie, âgé de trente-cinq ans, avala par mégarde 40 grammes d'alcoolature, à huit heures, dans sa soupe. Immédiatement sensation de chaleur et de constriction à la gorge. Il s'aperçoit de son erreur, et prend aussitôt 5 centigrammes d'émétique délayé dans beaucoup d'eau. Pas de vomissements, sensation brûlante le long de l'œsophage; à dix heures, nausées sans coliques, vacillation des membres qui se meuvent sans cesse. (Emétique, 0,15; eau, 125; ipéca, 1,00.) Le malade avale le breuvage avec rapidité. A onze heures du soir, mouvements convulsifs; les membres sont fortement fléchis et il est impossible de les étendre; sueurs visqueuses et froides, le globe de l'œil est porté en haut, les artères ne battent plus. Cet état de spasme dure trois minutes environ, puis détente générale, perte de la vue, vomissements considérables. A douze heures trente minutes, même état. On donne : Émétique, 0,15; sulfate de soude, 12; eau, 150. Vomissements abondants sans soulagement; lavement avec 16 grammes de sulfate de soude, eau vinaigrée en boisson. A une heure, la vue est recouvrée, mais les crises sont effrayantes, la température de la peau baisse à chaque instant; frissons, puis froid glacial, faciès hippocratique, tête rejetée en arrière, respiration stertoreuse, insensibilité des poignets, intelligence complète. Sinapismes, eau iodée à l'intérieur. Jusqu'à trois heures affaiblissement effrayant; le pouls se relève alors, vomissements, sensations de mieux être et de chaleur; stimulants diffusifs et révulsifs. A quatre heures, sueurs abondantes, guérison assurée; lavement purgatif (matières noires, urine foncée); guérison. Le malade conserve pendant plusieurs jours un air étonné.

Réflexions. — *Première période.* — Anxiété et agitation extraordinaire.

Deuxième période. — Refroidissement général.

Troisième période. — Réaction.

Dans un autre cas cité par M. Devay, une personne ayant mangé de l'aconit mélangé à de la salade, a éprouvé : chaleur brûlante à la langue et aux gencives, irritation dans les joues, yeux fixes, extrémités froides, sueurs glacées, pouls à peine sen-

sible, respiration presque nulle. Dans cette observation, nous trouvons comme particularité insolite la position fléchie des membres avec une telle force, qu'on ne peut les étendre. Mais le malade avait pris de l'émétique, et cette roideur spasmodique des membres pouvait être l'effet de l'ingestion de cette substance.

§ V. — Comparaison entre les propriétés physiologiques de l'aconit et de l'aconitine.

Si nous comparons d'abord leur action sur les animaux, nous verrons qu'il y a similitude complète dans les symptômes comme dans la marche; on remarque en effet dans l'un et l'autre cas les mêmes troubles :

1° De la respiration, caractérisés chez les grenouilles par l'affaiblissement du poumon, chez les lapins, les cochons d'Inde, le chien, par la dilatation des narines, la respiration d'abord embarrassée, fréquente, puis bientôt suspendue.

2° De la circulation, débutant d'abord par une accélération passagère des mouvements du cœur à laquelle succède rapidement la diminution des battements.

3° De la motilité, se manifestant, chez la grenouille comme chez les cochons d'Inde, les lapins et les chiens, d'abord par de la paralysie du train postérieur, puis celle du train antérieur, et enfin de tout le corps. On observe également, soit avec l'aconit, soit avec l'aconitine, la perte de sensibilité, la dilatation des pupilles, des convulsions; enfin, dans les deux cas, la mort survient par asphyxie et l'on trouve à l'autopsie les mêmes désordres.

Chez l'homme, les effets de l'aconit et de l'aconitine sont aussi les mêmes : tous les deux ont pour caractère principal d'agir sur les centres nerveux ; ils déterminent l'un et l'autre l'irritation des muqueuses, la salivation, les nausées et les vomissements, l'affaiblissement musculaire, la dépression du pouls après une accélération passagère, la gêne de la respiration, la pesanteur de la tête, les douleurs localisées de la face, les sueurs, la diminution de la sensibilité, la dilatation de la pupille; enfin, avec l'aconit comme avec l'aconitine, l'intelligence reste nette et l'on ne remarque ni somnolence, ni stupeur, ni délire, ni hallucinations.

M. le docteur Schroff, dans son mémoire déjà cité, tire des conclusions différentes de la comparaison de l'aconit et de l'aconitine. « Selon lui, il n'y a pas identité complète d'action entre eux. L'aconitine est narcotique, l'extrait est narcotico-âcre. Comme phénomènes communs, ils offrent les borborygmes et l'éructation, dilatation de la pupille, ralentissement du pouls et de la respiration, les douleurs de tête et de face, lourdeur de la tête, perte de connaissance, des étourdissements, la fatigue, la faiblesse, l'augmentation de la sécrétion urinaire. Ceux qui appartiennent en propre aux extraits sont : les fourmillements avec les sensations subjectives particulières, la salivation, la sécheresse, le refroidissement de la peau, qui reste chaude et humide avec l'aconitine ; les nausées, le malaise, les vomissements, l'insomnie ; le sommeil est calme avec l'aconitine.

» L'aconitine ne représente pas complétement toute l'activité de la plante ; outre les expériences faites sur l'homme, celles faites sur des lapins montrent qu'il faut autant d'aconitine (0,80) que d'extrait alcoolique de racine d'aconit recueillie pendant la floraison pour amener la mort, et encore arrive-t-elle plus tard, au bout de vingt-quatre heures et avec des phénomènes moins violents, tandis que les extraits d'aconit neomontanum et napellus ont amené la mort au bout de sept à vingt-quatre heures.

» Pour continuer la comparaison entre les effets de l'aconitine et ceux de l'extrait d'aconit, on peut dire que l'aconitine à petites doses amène le ralentissement du pouls et de la respiration, la dilatation de la pupille, une grande somnolence, ce que ne produit pas une même dose d'extrait. L'aconitine à fortes doses ralentit la respiration, malgré l'accélération primitive du pouls ; la respiration est profonde, thoracique, comme dans les cas de compression du cerveau, tandis que les extraits amènent une respiration abdominale excessivement fréquente avec calme du thorax ; la dilatation de la pupille est plus rapide, plus prolongée et plus marquée ; l'aconitine seule produit des mouvements convulsifs du corps entier qui se répètent au bout d'un quart d'heure et se terminent par une vibration fréquemment répétée des téguments, suivie d'une abondante excrétion d'urine. Les deux derniers phé-

nomènes seulement appartiennent aussi à l'extrait; les convulsions font toujours défaut; le sang est toujours fluide chez les animaux dans le cœur et les vaisseaux après l'empoisonnement par l'aconitine, tandis qu'après l'empoisonnement par les extraits on trouve le sang avec une certaine disposition à la coagulation et le cœur doit renfermer un peu de sang ou caillot noir; la gastro-entérite est aussi moins marquée et l'exsudation moindre dans les empoisonnements par l'aconitine : il s'ensuit qu'outre l'aconitine à laquelle il faut rapporter les phénomènes narcotiques, d'autres principes, surtout les principes âcres, doivent exister. »

Ces conclusions ne sauraient être acceptées, elles sont en contradiction complète avec les faits. Les fourmillements et la salivation n'appartiennent pas en propre à l'aconit, ainsi que l'avance Schroff; nous les avons toujours observés parmi les symptômes les plus marquants de l'aconitine; le malaise, les nausées, les vomissements apparaissent toujours avec l'aconitine, lorsque les doses sont suffisantes. L'aconit ne produit pas de sécheresse de la peau, mais plutôt des sueurs abondantes; les convulsions ne font pas toujours défaut avec l'aconit, elles sont au contraire signalées par tous les auteurs. Chez l'homme et les animaux enfin, l'inflammation violente que détermine l'aconitine sur les muqueuses suffit pour expliquer les phénomènes de gastro-entérite de l'aconit, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer l'action d'une matière âcre tout à fait problématique. Quant à l'opinion émise par Schroff, que l'aconitine ne représente pas toute l'activité de la plante, elle repose sur un fait inexact, à savoir, qu'il faut autant d'aconitine (0,80) que d'extrait d'aconit pour tuer un lapin (voy. nos remarques, page 138). Nous pensons, au contraire, que l'aconitine est le seul principe actif de l'aconit, et nous sommes autorisé à le croire non-seulement par l'identité d'action des deux corps, mais aussi par l'extrême activité de l'aconitine comparativement à celle de l'aconit.

En résumé :

1° Les aconitines du commerce sont d'une énergie variable et en général extrêmement impures.

Les propriétés irritantes de l'aconit, attribuées jusqu'ici à un principe âcre, appartiennent à l'aconitine.

2° L'aconit et l'aconitine ont une même action physiologique.

3° Les effets de l'aconitine sur l'homme sont les suivants : irritation des muqueuses, salivation, nausées, affaiblissement musculaire, fourmillements, sueurs, pesanteur de tête, douleurs sur le trajet des nerfs de la face, dilatation de la pupille, gêne de la respiration, dépression du pouls, affaiblissement de la sensibilité.

4° L'aconitine est un sédatif puissant : en applications externes elle a été employée avec succès pour calmer les douleurs névralgiques et rhumatismales ; à l'intérieur, elle peut être administrée depuis 1 demi-milligramme jusqu'à la dose maximum de 3 milligrammes.

NOTE SUR L'ACTION PHYSIOLOGIQUE ET THÉRAPEUTIQUE DE LA FÈVE DU CALABAR

Par le Dr G. HARLEY, M. D.,
Professeur au collége de l'Université de Londres.

TRADUIT SUR LE MANUSCRIT ORIGINAL

PAR P. MASSON.

§ I. — Remarques historiques sur le sujet de ce travail.

Dans une communication présentée le 9 juin à la Société royale de médecine et de chirurgie de Londres, touchant l'action exercée par la *fève du Calabar* sur les animaux, comparée avec celle produite par le *woorara* et le *conia* (ciguë), j'étais arrivé aux conclusions suivantes :

1° La fève du Calabar, qu'elle soit prise à l'intérieur ou à

l'extérieur, peut, dans les deux cas, causer la contraction de la pupille.

2° Les caractères physiologiques de l'atropine sont, ainsi que l'a montré le docteur Robertson, en antagonisme complet avec ceux de la fève du Calabar.

3° Celle-ci cause la paralysie des nerfs moteurs, mais n'exerce aucune influence sur la sensibilité, l'irritabilité et la contractilité musculaire.

4° Elle excite les sécrétions salivaires et lacrymales.

5° Elle cause la mort en paralysant les nerfs des muscles respiratoires : c'est, en fait, un poison respiratoire.

6° Quoiqu'elle ait la faculté de ralentir les battements du cœur, néanmoins elle n'en arrête pas l'action et ne suspend pas la circulation du sang : ce n'est point un poison cardiaque.

7° Il existe une grande analogie entre les effets de ce médicament et ceux du woorara et du *conia*, surtout ceux de ce dernier ; mais ils en diffèrent par leur tendance à produire des crispations musculaires, et par leur pouvoir de contracter la pupille de l'œil : ni le woorara ni le *conia* n'exercent la moindre influence sur l'iris, qu'ils soient appliqués localement ou à l'intérieur.

8° L'acquisition de la fève du Calabar à la pharmacie devra être appréciée, car non-seulement elle la dote d'un nouveau stimulant de la motricité (*myotic*), mais elle nous fournit encore un puissant anodin, capable de calmer l'irritation des nerfs sans modifier l'intelligence, ni mettre la vie en danger, par suite d'une paralysie du cœur, etc.

D'après ces conclusions, il est aisé de prévoir que, selon toute probabilité, cette fève deviendra d'un emploi fort utile.

Il y a quinze à vingt ans, MM. Weddell, Young, Baillie et Taylor, missionnaires appartenant à l'Église presbytérienne d'Écosse, se trouvant alors en station sur la côte ouest de l'Afrique, communiquèrent, par l'entremise du *Missionary Record*, une description de la fève du Calabar, et rendirent compte des effets qu'ils lui avaient vu produire sur les naturels de cette partie de l'Afrique. Ces messieurs en envoyèrent en même temps plusieurs échantillons en Angleterre. En 1846, le docteur Daniell y

fit allusion dans le *New philosophical Journal*. — En 1855, le professeur Christison en découvrit les effets sur le lapin et sur lui-même (*Edinburgh medical Journal*, mars 1855, p. 193). — En 1858, le docteur Sharpey étudia son action sur la grenouille, et enfin en 1860 les caractères botaniques de cette plante furent soigneusement et correctement déterminés par le professeur Balfour (*Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XXII, p. 305).

Ici probablement son histoire se serait arrêtée et n'aurait plus fait de progrès, au moins pour quelque temps, si en 1862 le docteur Fraser n'avait découvert que l'extrait de cette fève, appliqué sur l'œil, cause la contraction de la pupille : le docteur Argyll Robertson eût aussitôt le courage de mettre en pratique cette découverte. Depuis la publication de ses observations (*Edinburgh medical Journal*, mars 1863), des remarques sur ce sujet ont été publiées par le docteur Neill (*British medical Journal*, 16 mai 1863), M. Soelberg Wells (*Medical Times and Gazette*), M. Ernest Hart (*Lancet*, 30 mai 1863), le docteur John W. Ogle (*British medical Journal*, 13 et 27 juin 1863), et par M. Giraldès (*Bulletin général de thérapeutique*, 15 juillet 1863, p. 34). Le docteur Fraser enfin vient de publier sa dissertation originale dans l'*Edinburgh medical Journal* (juillet et août 1863).

Tels sont, à ma connaissance, les documents historiques que nous possédons sur cette graine ; je passe maintenant à sa description.

« *Éséré* », tel est le nom que dans leur dialecte les naturels du vieux Calabar donnent au végétal qui la porte ; il paraît être indigène de la côte ouest de l'Afrique. C'est une plante grimpante, dont la tige atteint quelquefois jusqu'à 15 mètres de longueur, tandis qu'elle dépasse rarement 5 centimètres de diamètre dans sa partie la plus épaisse. Les feuilles sont en forme de trèfle, les fleurs papilionacées, et le fruit est une gousse ou légume. La tige contient un liquide aigre et limpide. Les gousses ont en moyenne 15 centimètres de longueur et renferment deux ou trois fèves, de la forme d'un haricot, recouvertes d'une coque

dure et raboteuse, d'une couleur rouge brun, avec une ride profonde à lèvres saillantes, d'une couleur rouge pâle sur leur côté convexe ; elles ont 25 millimètres de long sur 17 millimètres de large. La coque tient fortement à l'amande, qui, d'après Christison, est blanche et très-dure ; elle pèse de 2 à 3 grammes ; elle est dépourvue d'arome et d'aigreur. Elle a précisément le goût d'un haricot ordinaire, ce qui, comme le fait observer Christison, est une particularité fort dangereuse. Les fèves contiennent environ 2,7 pour 100 d'un extrait alcoolique actif dont le principe alcalin n'a pas encore pu être séparé. Les professeurs Syme et Balfour (d'Édimbourg) sont parvenus à faire croître des plantes provenant de ces fèves, mais ils n'ont pu obtenir de fleurs. Les caractères de la plante étaient, du reste, exactement ceux décrits précédemment, et le professeur Balfour lui a donné le nom de *Physostigma venenosum*, famille des légumineuses, sous-ordre des papilionacées, tribu des euphaséolées.

§ II. — Sur l'action physiologique et thérapeutique de la fève du Calabar.

La fève du Calabar est administrée par les naturels aux personnes accusées de sorcellerie, afin de découvrir leur culpabilité. — Ceux qui supportent l'épreuve sont reconnus innocents, tandis que ceux qui succombent aux effets délétères du poison sont regardés comme coupables.

D'après le récit des missionnaires, l'accusé est amené au temple de l'idole du lieu, et là, suivant leur expression, « est obligé de *hacher la fève* » devant le peuple rassemblé. La dose est d'ordinaire de vingt-cinq à trente fèves, ou une infusion de la même quantité. Dans ce dernier cas, la mort arrive vite, quelquefois en une demi-heure, ordinairement avant que l'heure soit écoulée. Les symptômes sont une paralysie graduelle des muscles volontaires : le patient a le regard stupide, la démarche de l'ivresse ; les muscles cessent d'obéir à sa volonté ; la respiration devient laborieuse, puis il s'affaisse et meurt sans grandes souffrances apparentes. Si par hasard il vient à être saisi d'un dévoiement

ou de nausées, cette circonstance, dans la plupart des cas, lui sauve la vie.

Les seuls Européens, que je sache, qui ont pris les fèves du Calabar en quantité suffisante pour déterminer l'empoisonnement, sont :

1° Le docteur Christison, qui en prit pour en déterminer les effets, d'abord six grains anglais (36 centigrammes), et le lendemain matin encore le double. — La première dose ne l'éprouva que faiblement, mais la seconde fut suivie de symptômes alarmants. Le pouls devint rapide, les mouvements du cœur faibles et irréguliers ; il éprouva des vertiges et des défaillances, mais sans malaise, une suspension des mouvements volontaires, mais sans perte de connaissance.

2° Deux servantes de Glascow, par curiosité, mangèrent environ cinq grains anglais (30 centigrammes) de l'amande. Ce cas fut observé par le docteur Maclaren (docteur Fraser, *Edinburgh medical Journal*, août 1863, p. 131), qui décrivit comme il suit les symptômes éprouvés par l'une d'elles :

Quelques minutes après avoir mangé une partie de l'amande, de la grosseur d'un pois, elle se trouva mal à son aise ; puis, étant sortie pour faire une commission, elle fut prise de vertiges, accompagnés de faiblesse extrême par tout le corps, rendant tout mouvement des plus difficiles. Elle ne put évacuer qu'après avoir bu une quantité d'eau chaude ; elle se mit ensuite au lit et dormit assez bien ; mais la faiblesse et le malaise se prolongèrent pendant deux jours après l'accident.

Le docteur Fraser est, à ma connaissance, la seule personne qui ait jusqu'à présent étudié l'action thérapeutique de la fève du Calabar sur l'homme, après son administration à l'intérieur. — Il a prescrit ce médicament pour différentes affections : érysipèle à la tête, *delirium tremens*, fièvre, bronchite aiguë, irritation gastrique, fièvre rhumatismale (*Edinburgh medical Journal*, août 1863, p. 124). Il emploie ce remède sous la forme de teinture, dont cinq scrupules ont une action équivalente à celle de trois grains anglais (18 centigrammes) de l'amande : c'est la dose qu'il considère convenable au commencement. On peut

tripler cette quantité, prétend-il, sans danger ; car bien que cinq scrupules exercent d'ordinaire une influence sensible sur la circulation, néanmoins il faut une dose considérablement plus forte pour produire des effets plus décidés ou plus permanents (1). Le docteur Fraser recommande son emploi quand le pouls est rapide, mais il n'est pas d'avis d'en faire usage quand le pouls est faible et lent.

La fève du Calabar exerce une action cathartique sur les intestins, et comme elle n'est pas accompagnée de ténesme, cette propriété peut être utilisée avec avantage. — Le docteur Fraser a aussi prescrit la teinture comme un anodin pour plusieurs affections névralgiques, et a obtenu de bons résultats, tout en évitant les fâcheuses conséquences de l'opium. Elle peut être employée comme un anodin à l'extérieur aussi bien qu'à l'intérieur.

Action de la fève sur l'œil. — Son action de beaucoup la plus remarquable est celle qu'elle exerce sur l'œil. J'ai déjà cité à plusieurs reprises les expériences du docteur Fraser, je vais ajouter ici quelques-unes de mes propres observations.

L'application locale sur l'œil, soit d'une dissolution aqueuse de l'extrait alcoolique ou de l'extrait solide, soit d'une dissolution dans la glycérine, détermine une contraction sensible de la pupille dans l'espace de 15 à 20 minutes, et pour le prouver, je vais citer l'expérience suivante, pratiquée sur un chat. — Cet animal est de beaucoup le plus convenable pour des expériences de ce genre, vu qu'il possède un iris bien développé et d'une couleur brillante. Une goutte de la dissolution glycérique de la fève du Calabar, préparée par MM. Bell et Cie, fut appliquée sur la surface de la conjonctive ; en quinze minutes la pupille était réduite à la largeur d'un grain de moutarde, et en quarante minutes la pupille était tout à fait close. Ce phénomène n'était accompagné d'aucune inflammation ni irritation visible. Cette expérience fut répétée par moi à plusieurs reprises avec différentes préparations

(1) M. Hills, de la maison Bell et Cie, a eu l'obligeance de m'offrir un échantillon d'une préparation élégante de la fève en poudre. La dose est, je crois, de trois à six grains anglais (18 à 36 centigrammes). J'espère être à même sous peu de soumettre à mes collègues une courte notice sur ses effets thérapeutiques dans les affections nerveuses.

de la fève, et j'ai toujours obtenu des résultats identiques. La contraction de la pupille demande de quinze à vingt minutes, suivant la concentration de la préparation employée.

Dans le but de déterminer la durée des effets produits sur la pupille par la fève du Calabar, je fis une expérience dont je vais rendre compte.

Dans l'œil droit d'un chat, je mis environ la grosseur d'une tête d'épingle d'un extrait alcoolique de cette fève : l'œil gauche, par contre, reçut deux gouttes d'une forte dissolution d'atropine dans le chloroforme (12 grains à l'once, soit 72 centigrammes pour 31 grammes). Voici les résultats obtenus :

5 minutes. — Œil droit contracté, œil gauche sans changement apparent.

20 minutes. — Pupille droite très-contractée, la gauche partiellement dilatée.

40 minutes. — Pupille droite presque pas apparente, la gauche tout à fait dilatée.

Une heure et demie. — A ce moment, la pupille droite avait disparu, excepté quand on mettait l'animal dans l'obscurité, où elle se dilatait un peu. Plus trace d'iris dans l'œil gauche.

6e heure. — Pupille dans le même état.

24e heure. — Pas de changement.

72e heure. — La pupille droite était revenue au tiers de sa grandeur ordinaire, très-sensible à la lumière ; la gauche commençait à se dilater et n'était affectée en rien par l'éclat du jour.

92e heure. — La pupille droite était revenue à son état normal, la gauche était encore légèrement dilatée.

Cette expérience prouve trois choses :

1° Que la fève du Calabar a une action plus prompte que l'atropine ;

2° Que les effets en sont moins constants ;

3° Qu'ils peuvent se manifester pendant quatre jours (le docteur Fraser les a observés pendant cinq jours consécutifs).

L'expérience suivante a eu pour but de déterminer jusqu'à quel point l'action de la fève du Calabar peut être contrôlée, et aussi de démontrer que, comme le prétend le docteur Robertson,

cette fève et l'atropine sont physiologiquement en antagonisme complet, c'est-à-dire que leurs actions sur les muscles se neutralisent réciproquement.

A cet effet, une certaine quantité d'extrait alcoolique de la fève du Calabar, préparé par le docteur Christison et qui me fut offert par le docteur Sharpey, a été introduite dans l'œil gauche d'un chien, tandis que deux gouttes d'une forte solution d'atropine dans le chloroforme furent versées dans l'œil droit. Au bout d'une heure, la pupille gauche était entièrement contractée ; la droite, au contraire, était dilatée à un point tel, que l'iris ne formait plus qu'un cercle très-étroit.

Afin de permettre aux effets des deux substances de se manifester complétement, l'animal fut mis de côté jusqu'au lendemain. En l'examinant le jour suivant, les yeux étaient dans le même état : la pupille gauche avait disparu, tandis que l'iris droit se présentait sous la forme d'un cercle très-mince. Une goutte de la dissolution d'atropine fut alors versée sur la pupille contractée, et un morceau de fève du Calabar de la grosseur d'une graine de moutarde fut appliqué sur la pupille dilatée. En quinze minutes, les deux pupilles étaient devenues de grandeur égale, la gauche s'étant dilatée et la droite s'étant contractée. Au bout d'une heure, la pupille droite était complétement dilatée, l'iris se présentant sous la forme d'un cercle tout à l'entour ; la droite, par contre, était réduite à la grosseur d'une tête d'épingle.

Cette expérience prouve donc ce qui avait déjà été avancé, à savoir, que l'atropine et la fève du Calabar ont la faculté de neutraliser mutuellement leurs effets locaux respectifs.

L'action que la fève du Calabar exerce sur l'œil a du reste été déjà soigneusement décrite par le docteur Robertson, et par presque tous ceux qui s'en sont occupés après lui ; de sorte qu'on peut admettre dès à présent comme un fait reconnu que cette fève a la faculté de rétablir la vue affectée par l'application locale de l'atropine, mais encore de pallier les effets de certaines maladies ; elle amène à l'état normal les yeux presbytes et produit la myopie quand elle agit sur une vue ordinaire.

Il est inutile de répéter ici les observations faites avec tant de

soin par les docteurs Robertson, Bowman, Wells, Hart et Hucke ; il suffira de remarquer que les effets produits sur l'œil par la fève du Calabar ne sont pas simplement le résultat de la contraction de la pupille, mais proviennent surtout de la contraction des muscles ciliaires, qui changent la distance focale de l'œil.

La manière la plus commode d'appliquer la fève du Calabar sur les yeux est en se servant de papier saturé d'une de ses dissolutions, dans le genre du papier d'atropine de *Sheafield*. MM. Bell et Squire ont bien voulu me procurer quelques échantillons de ces papiers : ils sont divisés en petits compartiments, et il suffit d'en appliquer un seul sur la paupière inférieure pour qu'au bout de dix minutes les effets en deviennent apparents. Le papier de Bell est le plus actif, car il neutralise les papiers d'atropine, ce que celui de Squire ne fait pas.

Passons maintenant à l'influence exercée par la fève du Calabar sur l'état général de l'économie; ce point de vue est d'une importance peut-être encore plus sérieux que celle des simples effets locaux dont nous avons parlé jusqu'à présent.

Les expériences faites par le docteur Christison sur les animaux et sur lui-même l'ont conduit à avancer que la fève du Calabar « agit violemment et directement sur les fonctions du cœur, et détruit l'exercice de la volonté sur les muscles ». Mes observations viennent confirmer cette opinion, excepté en ce qui concerne le cœur.

Avant de citer mes raisons à l'appui, je désire faire observer que la fève du Calabar est un poison d'une force telle, que j'en connais peu qui agissent plus vite et plus violemment.

J'ai vu, en effet, un lapin de taille moyenne mourir en moins de deux minutes, par suite de l'introduction sous la peau de 9 centigrammes (un grain et demi anglais) de l'extrait alcoolique de cette fève. La partie du poison non absorbée fut ensuite recueillie sur un couteau, et insérée le jour suivant sous la peau d'un chat en parfaite santé. En deux minutes, les convulsions le saisirent; en cinq minutes, les membres étaient paralysés; en neuf minutes, la respiration était interrompue, et en dix minutes la mort était arrivée.

Il est assez curieux que les animaux à sang froid ne sont que fort peu sensibles aux effets de ce poisson, et cela est d'autant plus remarquable, que l'on prend davantage en considération l'influence qu'il a d'ordinaire sur le système nerveux. Une fois j'ai inséré sous la peau d'une grenouille la même dose qui détermina en treize minutes la mort du lapin et du chat, et elle ne produisit aucun effet. Une autre fois, je ne pus obtenir le moindre résultat avec une goutte de la dissolution glycérique de Bell, dont un scrupule a la force de quatre grains de la fève ; deux heures après, j'en versais encore trois gouttes dans sa bouche, et au bout d'une heure et demie l'animal n'était pas même affecté. Ce résultat me surprit beaucoup : trois gouttes de la même solution, introduites sous la peau d'un lapin, produisent en deux minutes une faiblesse extrême dans tous les membres ; en cinq minutes, des crispations musculaires ; en sept minutes, l'arrêt de la respiration ; en huit minutes, la mort.

Dans ces deux dernières expériences, les pupilles se contractèrent, ce qui prouve que ce poison agit sur elles, qu'il soit pris à l'intérieur ou appliqué extérieurement, et même son action paraît être plus violente quand il est introduit sous la peau que quand il est appliqué sur la conjonctive, car les pupilles du lapin furent contractées en deux minutes. Le docteur Fraser, toutefois, constate qu'il n'a pu obtenir ce résultat en moins de vingt minutes, mais cela provient sans doute de l'emploi qu'il a fait d'une dissolution beaucoup plus faible que celle dont je me suis servi, et qui me fut donnée par le professeur Sharpey : elle avait été préparée par le professeur Christison il y a quelques années ; et quoique depuis cette époque elle fût restée constamment exposée à l'air, néanmoins elle était encore en parfait état de conservation.

Quand la dose n'est pas assez forte pour déterminer l'empoisonnement, les effets produits sur le système paraissent être assez passagers. J'introduisis une fois sous l'épiderme d'une grenouille une quantité de l'extrait alcoolique de la grosseur d'un grain d'orge : au bout d'une demi-heure, l'animal s'assoupit ; et cependant, quand on l'excitait, il sautait encore avec énergie ; dès qu'on

le laissait tranquille, il retombait néanmoins dans le même état de torpeur. Au bout de trois quarts d'heure, la respiration était devenue très-faible, et l'animal semblait paralysé, ce qui n'était cependant pas le cas, car il sautait encore fort bien quand on le pinçait. Les symptômes commencèrent à perdre leur intensité au bout d'une heure et demie, et vingt-cinq minutes après, l'animal était parfaitement rétabli, il semblait même plus vif qu'avant l'expérience. Dans ses effets passagers, la fève du Calabar ressemble beaucoup au woorara et au *conia* (ciguë).

Expérience faite à l'hôpital de l'Université (collége de Londres).

Caroline K..., âgée de huit ans, était atteinte depuis un mois de symptômes de chorée, qui étaient devenus de plus en plus prononcés jusqu'à son entrée dans l'hôpital, le 14 novembre.

Je la traitai en lui administrant d'abord trois fois par jour $0^g,066$ de fève du Calabar pulvérisée. Successivement, j'augmentai la dose jusqu'à $0^g,3$ trois fois par jour. N'ayant observé aucun effet toxique dangereux, seulement un peu plus de rapidité dans la respiration, une légère contraction de la pupille et une accélération dans le pouls, je lui donnai pendant quelques jours une dose de $0^g,4$ par jour en une seule fois.

Le 21 décembre, elle quittait l'hôpital presque complétement guérie et sans avoir été soumise à aucun autre traitement.

Ce cas étant encore unique, je ne puis ici me prononcer bien fortement et décider si la guérison est bien due à l'action de la fève du Calabar. La jeune fille a pris pendant son séjour à l'hôpital 19 grammes de cette dangereuse substance.

§ III. — Remarques sur l'action physiologique de la substance étudiée dans ce travail.

Il me reste maintenant à examiner ce poison sous son aspect le plus intéressant, c'est-à-dire sous celui de la faculté qu'il possède de paralyser les nerfs moteurs sans affecter l'appareil nerveux central.

Il paraît n'agir absolument que sur les nerfs moteurs, car il n'a aucune influence sur l'irritabilité musculaire.

J'ai répété souvent dans cette notice que les membres des animaux étaient paralysés, et ils l'étaient en effet, mais non par suite de l'action de la fève sur les muscles, car ceux-ci obéis-

saient encore parfaitement au galvanisme et à toute action mécanique. C'était sur les nerfs, et sur les nerfs seulement, que le poison avait agi. Une expérience que j'ai faite vient à l'appui de cette assertion : le nerf sciatique d'un lapin empoisonné avec cette fève fut mis à nu ; le galvanisme y fut appliqué, mais aucune contraction n'eut lieu ; par contre, dès que le galvanisme fut appliqué aux muscles eux-mêmes, de violentes contractions se produisirent aussitôt.

Ainsi donc les muscles n'avaient pas perdu leur irritabilité, les nerfs avaient perdu la faculté de susciter leur action.

De plus, ainsi que c'est le cas avec le woorara et le *conia*, les muscles involontaires du cœur ne cessent leur fonction que longtemps après la mort. L'opinion du docteur Christison, qui pense que cette féve agit directement et violemment sur le cœur, n'est donc pas strictement correcte ; car bien que ce poison puisse en ralentir les pulsations, néanmoins il n'en arrête pas l'action.

En expérimentant sur le chat dont nous avons déjà parlé, il a été possible, par le moyen du galvanisme, de faire battre le cœur quarante minutes après la mort de l'animal, ce qui n'aurait pu avoir lieu avec un poison cardiaque.

Les oreillettes du cœur d'un des lapins accusaient encore 70 pulsations à la minute une demi-heure après la mort ; une heure après, il suffit d'une simple action mécanique pour faire fonctionner et les oreillettes et les ventricules. Le docteur Fraser remarque que l'application locale de ce poison sur les muscles volontaires et involontaires (y compris le cœur) leur fait perdre leur faculté de se contracter : je n'ai pas fait d'observation pour éclaircir ce point ; mais les expériences du docteur Sharpey sur la grenouille, et que j'ai citées en partie dans cette notice, prouvent d'une manière encore plus décisive que l'action de la féve du Calabar sur le cœur n'est point celle d'un poison cardiaque. Dans l'une de ces expériences, le sang circulait dans un des pieds de l'animal soixante minutes après la mort de l'animal.

Le docteur Sharpey a observé que la fève du Calabar, bien que n'affectant pas les pulsations du cœur, arrête cependant celles des cœurs sympathiques de la grenouille ; il a prouvé de plus

que si avant d'administrer le poison à l'animal, on pratique une ligature sur une de ses jambes de derrière, de manière que le nerf sciatique seul ne soit pas comprimé, on peut produire des contractions musculaires au-dessous de la ligature, là où le membre n'est pas empoisonné, en agissant sur quelque partie du corps que ce soit, par une action ou mécanique ou galvanique.

La fève du Calabar, sous ce rapport, ressemble au woorara, et elle a de plus, en commun avec le woorara et le *conia*, la propriété négative de n'exercer aucune influence sur l'intelligence. Dans toutes mes expériences, les animaux paraissaient jouir de toute leur intelligence jusqu'au dernier moment ; de sorte que, suivant l'expression du docteur Christison, ce n'est pas la volonté qui est détruite, mais bien le pouvoir de l'exercer.

En résumé, les faits que je viens de citer m'autorisent, je crois, à penser que la fève du Calabar sera une précieuse addition à la pharmacopée.

Qu'indépendamment de ses propriétés ophthalmiques particulières (voy. p. 145), son emploi sera encore apprécié dans les affections spasmodiques du système nerveux, telles que la chorée, le tétanos et les autres maladies où il est désirable de calmer des spasmes musculaires sans affecter l'intelligence.

Ses vertus anodines la feront encore rechercher pour les affections névralgiques; mais quant à l'usage qu'on pourra en faire en cas de fièvre ou d'inflammation, je n'ai pas encore une connaissance assez intime de ses propriétés pour pouvoir en parler. Jusqu'à présent elle ne me paraît pas, sous ce rapport, offrir autant d'avantages que d'autres remèdes connus depuis longtemps.

MÉMOIRE

SUR LES

DIVERS MODES DE LA NAISSANCE

DE LA SUBSTANCE ORGANISÉE EN GÉNÉRAL

ET DES

ÉLÉMENTS ANATOMIQUES EN PARTICULIER,

Par M. Charles ROBIN,

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

(Suite et fin.)

2° *Phénomènes de la genèse de la substance organisée.*

31. *Les phénomènes communs à tous les cas de la genèse des éléments anatomiques sont les suivants :* Dans un blastème composé de principes immédiats divers, solides et liquides, mais dissous les uns par les autres, et, par conséquent, existant sans configuration déterminée, à mesure qu'a lieu sa production, il y a *formation* pour chaque élément d'une certaine quantité d'une ou de plusieurs espèces de *substances organiques*, qui, en même temps, se réunissent à d'autres principes cristallisables ou coagulables, en constituant tout de suite un corpuscule de figure déterminée pour chaque espèce d'élément solide ou demi-solide. Cette forme se modifie ensuite plus ou moins pendant le développement, qui lui-même est subordonné à la nutrition de l'élément ; nutrition dans laquelle on voit encore se produire incessamment aux dépens des principes du blastème les substances organiques spéciales à l'espèce d'élément dont il s'agit, en même temps qu'il y a emprunt de principes cristallisables, de la première classe surtout.

Les phénomènes de la genèse consistent donc en l'apparition d'un élément anatomique qui n'existait pas, dont les principes seuls étaient répandus dans le lieu où se passe ce phénomène moléculaire, mais en des proportions qui ne sont pas celles qu'on

trouve dans l'élément apparu. Certains de ces principes présentent en outre dans celui-ci des caractères spécifiques nouveaux distincts de ceux qu'ils offraient dans le blastème, par suite de changements isomériques survenus dans les substances coagulables (1).

a. *Genèse des noyaux et des nucléoles en général.*

32. Éléments transitoires, les cellules embryonnaires passent directement par liquéfaction graduelle à l'état de blastème, qui au fur et à mesure sert à la génération des éléments anatomiques qui doivent persister; leur rôle a été, sans aucun doute, d'éla-

(1) « Nous ne pouvons donc admettre comme vraie qu'une *génération épigénétique* (Burdach, *Physiologie*, Paris, 1837, in-8, t. II, p. 317) ou *postformation* à la fois matérielle et dynamique. » C'est à l'ancienne hypothèse de l'*épigénèse* que l'observation vient donner raison, et nullement à celle de la *préformation évolutive*, qui veut que toutes les parties qu'on découvre successivement dans l'organisme existaient déjà, qu'elles ne font que se développer, et deviennent ainsi visibles, soit parce qu'elles grossissent simplement, soit parce qu'elles s'enveloppent de couches successives (*involution* ou *préformation involutive*), soit au contraire parce qu'emboîtées les unes dans les autres et créées simultanément, chacune, grandissant, laisse sortir ce qu'elle renferme, ce qui est indémontrable et incompréhensible (*préformation syngénétique* ou *système de l'emboitement*). Discutables alors qu'on en était réduit à des hypothèses seulement sur les propriétés de la substance organisée, ces vues rentrent graduellement dans le domaine de l'histoire et disparaissent de la science devant l'étude de la réalité, devenue possible. La production de l'ovule est un fait d'épigénèse; l'apparition de l'embryon dans sa cavité résulte d'une véritable épigénèse successive d'espèces distinctes d'éléments anatomiques s'effectuant à des temps différents (*quod fit per additionem partis post partem*), à l'aide et aux dépens de matériaux fournis par l'ovule lui-même d'abord, et par la mère ou par le milieu ambiant par la suite. Nous verrons plus tard que les organes ne préexistent également pas dans l'ovule, mais apparaissent chacun à une époque différente pendant l'évolution embryonnaire, et que leur apparition résulte de la genèse successive des éléments dans un ordre déterminé ; nous verrons enfin que l'accroissement de chaque individu ou de chaque organe résulte à la fois du développement des éléments anatomiques qui viennent de naître et de la genèse ou épigénèse successive de nouveaux éléments. C'est sur le fait (supposé jadis par quelques auteurs et aujourd'hui démontré) de la genèse des éléments anatomiques, que repose toute la *théorie de l'épigénèse*, d'après laquelle les nouveaux individus qui naissent sont réellement les produits des individus qui les engendrent, et la génération une véritable production ou création nouvelle (Wolf). C'est faute d'avoir connu les éléments anatomiques, et par suite comment ils naissent, qu'ont eu lieu toutes les discussions relatives à l'emboîtement des germes d'une part, à l'épigénèse d'autre part.

borer le blastème à l'aide et aux dépens duquel naissent ces éléments définitifs, alors que les matériaux que fournit la mère ne peuvent pas encore être soumis par l'embryon à des modifications correspondantes à celles qu'ils subiront bientôt dans le placenta et dans tout l'appareil circulatoire (1).

A partir du douzième jour environ après le coït fécondant chez les lapins, à partir de l'époque où l'embryon humain vient d'atteindre une longueur de 3 millimètres environ, on voit apparaître des noyaux ovoïdes nombreux entre les cellules des feuillets de la tache embryonnaire; cellules qui disparaissent par liquéfaction de leur masse d'abord, de leur noyau ensuite. Les phénomènes de la naissance de ces noyaux embryoplastiques sont les suivants : des corpuscules ovoïdes, larges de 4 à 6 millièmes de millimètre, apparaissent dans le blastème; ils sont d'abord

(1) Le mode de naissance dit de *genèse*, opposé aux phénomènes d'*individualisation* et de *reproduction* par segmentation, scission ou cloisonnement, est celui que Mirbel, sans encore en spécifier les détails, a pourtant signalé dans les plantes et a nommé *génération interutriculaire* (*Recherches anatomiques et physiologiques sur le Marchantia polymorpha*, Paris, 1831-1832, in-4, p. 30, 31 et 33); il l'a décrit exactement en détail et figuré admirablement ensuite (*Nouvelles notes sur le cambium*, dans *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, Paris, 1839, in-4, t. VIII, p. 646-647, et *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, in-4, t. XVIII, p. 4, et 50 à 53 du tirage à part, pl. V, fig. 25, 26, 27 et 29; pl. VI, fig. 31 à 36) sous le nom de *formation libre des cellules* dans les régions où abonde le *cambium*. Il a été appelé *naissance* ou *formation isolée des éléments des tissus* (*Nach Gesetze der isolirten Entstehung*) par Valentin (art. GEWEBE, dans *Handwörterbuch der Physiologie* von R. Wagner, Braunschweig, 1852, in-8, t. I, p. 632), *formation libre des cellules* (*freie Zellbildung*) par Hugo Mohl (art. VEGETABILISCHE ZELLE, dans *Handwörterbuch der Physiologie* von R. Wagner, Braunschweig, t. IV, 1re livraison publiée en 1840, in-8, p. 118). Depuis lors ces dénominations ont été adoptées par la plupart des anatomistes. Du reste, en ce qui concerne les cellules animales, Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 196-201), sans donner de nom à ce mode de naissance, l'avait considéré comme le plus habituel; seulement la description qu'il donnait du phénomène pris en lui-même n'était pas exacte. Il a encore été nommé *formation*, *génération spontanée*, ou *de toutes pièces*, *des éléments*, ou *par substitution*. (Ch. Robin, *Sur le développement des spermatozoïdes, des cellules et des éléments anatomiques des tissus végétaux et des animaux*, dans journal *l'Institut*, Paris, 1848, in-4, vol. XVI, p. 214, et Extrait des procès-verbaux de la Société philomathique, Paris, 1848, in-8, p. 52 et 93). Il a aussi été appelé *formation et développement spontané des cellules* (Kölliker, *Eléments d'histologie humaine*, trad. franç., Paris, 1856, in-8, p. 20). Cette confusion entre le développement d'un être qui ne saurait se développer sans exister déjà et la génération même de ce corps organisé constitue une erreur qui doit actuellement être évitée.

pâles, à contours peu foncés, mais pourtant déjà nets, bien délimités. Au moment de leur genèse, ils renferment peu de granulations dans leur épaisseur ; mais le nombre de celles-ci va graduellement en augmentant; alors aussi tous les noyaux embryoplastiques et autres dont il sera question par la suite manquent de nucléoles. Chez certains individus, presque tous les noyaux, et un petit nombre seulement chez d'autres sujets ou d'autres espèces animales, restent ainsi pendant toute la durée de leur existence; mais le plus souvent, pendant qu'ils se développent, on voit apparaître un ou deux nucléoles. Ces derniers se montrent sous forme de granulations plus volumineuses que celles qui les entourent, à centre plus brillant, jaunâtre, d'abord difficiles à distinguer des granulations voisines à cause de leur petit volume; mais ils grandissent un peu au fur et à mesure qu'a lieu l'augmentation de volume des noyaux eux-mêmes.

33. Nous venons de noter quels sont les phénomènes de la naissance des noyaux embryoplastiques considérés en eux-mêmes, indépendamment des conditions déjà connues (voy. p. 50, § 23), dans lesquelles a lieu leur genèse. Ces phénomènes ainsi envisagés n'ont rien de très-frappant; mais ils sont très-saisissants lorsque dans un blastème amorphe finement granuleux, interposé à d'autres éléments, on voit apparaître à la fois un nombre considérable de noyaux, génération qui se continue, mais est plus ou moins abondante selon les âges et selon les régions.

Les phénomènes de la genèse des noyaux libres sont encore les mêmes chez l'adulte dans des conditions déjà connues qui diffèrent un peu des précédentes (p. 51 et suiv.).

C'est par genèse que naissent, entre les éléments déjà existants et en *s'interposant* (voy. p. 53, § 24) à eux, des éléments semblables et quelquefois différents, qui, soit normalement, soit pathologiquement, concourent à l'accroissement de l'individu en dehors des conditions embryonnaires (1).

(1) L'expression *génération accrémentitielle* ou *par accroissement* (*generatio accrementitia*) se trouve dans Burdach pour désigner la production des parties d'un individu *qui font corps avec lui* (t. I, p. 47) ; seulement elle est appliquée à l'individu entier ou à ses parties, et non aux éléments anatomiques. Il divise la génération accré-

Ce sont ici des matériaux résultant indirectement des phénomènes de nutrition, ou fournis directement par prédominance de l'*assimilation* nutritive (blastèmes), qui se réunissent, s'assemblent (voy. précédemment, § 31) en corpuscules de forme et de structure déterminées ; ces derniers sont d'espèces différentes, selon la nature de ces matériaux d'une part, et d'autre part selon les conditions indépendantes de leur constitution moléculaire dans lesquelles ils se trouvent (p. 49, § 22).

Ainsi que nous venons de le noter, les phénomènes de la genèse sont les mêmes pour les noyaux embryoplastiques, bien que les conditions dans lesquelles ils se passent soient très-différentes. Dans un cas, en effet, nous voyons ces noyaux se *substituer*, à mesure qu'a lieu leur naissance, aux cellules embryonnaires (voy. p. 35). Mais on les voit aussi apparaître par genèse accrémentitielle, pathologiquement ou normalement, dans les interstices des autres éléments de divers tissus, et les phénomènes de leur genèse sont encore les mêmes que dans les conditions précédentes.

34. Parmi les éléments anatomiques appartenant au groupe des produits, les noyaux libres d'épithélium, bien que d'espèce très-différente des précédents, naissent aussi par genèse et dans des conditions assez diverses également. Tels sont les épithéliums nucléaires naissant par *apposition* (p. 53, § 24) ou *genèse sécrémentitielle* (1), c'est-à-dire à la superficie des téguments ou

mentitielle : 1° en *celle qui dépend d'une augmentation de masse*, c'est-à-dire qui reconnaît comme condition un certain degré de développement de l'être, quels qu'en soient du reste les phénomènes et les résultats ; 2° en *génération accrémentitielle par multiplication de parties* (Burdach, *Traité de physiologie*. Paris, 1837, in-8, t. I, p. 47 et 55).

(1) L'expression *génération sécrémentitielle* (*generatio secrementitia*) se trouve dans Burdach, qui en fait une application exacte en y rattachant la naissance de l'ovule (*loc. cit.*, 1837, t. I, p. 64 et suiv.). Il entend par ces mots la génération des parties que *l'individu détache de son être* (*loc. cit.*, 1837, t. I, p. 47, § 20), par opposition avec la génération accrémentitielle ou de *parties qui font corps avec lui* (voy. la note ci-dessus). Il lui donne ce nom parce que méconnaissant la nature de la *nutrition*, comme condition d'accomplissement de tous les autres phénomènes de l'économie, il commence la physiologie par l'étude de la génération, en confondant sous ce nom la propriété de naître et la fonction qui consiste à engendrer (génération). Il a été par suite entraîné à considérer : 1° la genèse *interstitielle* ou *accrémentitielle*

à la face interne des parois propres des tubes glandulaires. Ici encore ce sont des noyaux qui, souvent loin des parties normales qui en contiennent de semblables, apparaissent sous forme de corpuscules, ovoïdes dans certains cas, arrondis dans d'autres. Plus petits du quart à la moitié environ de ce qu'ils seront normalement plus tard, ils sont nettement délimités dès leur apparition, bien que pâles, sans granulations et sans nucléoles. Ce n'est que postérieurement à la naissance des noyaux, à mesure qu'il se développent, que se montrent les nucléoles; mais encore, chez des animaux de même espèce, on peut voir sur tel individu des nucléoles naître dans les noyaux et sur tel autre les noyaux de même espèce n'en point présenter, toutes conditions principales demeurant les mêmes. Ces noyaux peuvent rester libres, comme ils sont nés, ou au contraire devenir le centre de production d'autant de cellules par segmentation de la matière amorphe au sein de laquelle ils sont apparus. Une fois nés, ils peuvent se développer plus ou moins, ainsi que leur nucléole, selon les conditions dans lesquelles ils se trouvent.

Rien de plus frappant que de voir un ensemble de noyaux libres apparaître simultanément au sein de la matière amorphe ou entre d'autres éléments, comme autant de corpuscules sphériques ou ovoïdes, pâles, se distinguant à peine de celle-ci; puis de voir, selon les variétés ou selon les conditions dans lesquelles se trouve cet ensemble de noyaux, se produire plus ou moins tôt dans leur intérieur un nucléole, d'abord petit, mais grandissant peu à peu, et à côté duquel en naissent quelquefois un ou deux autres.

comme constituant et la nutrition et l'accroissement (*loc. cit.*, p. 47, § 20); 2° la genèse *sécrémentitielle* comme constituant la sécrétion (*ibid.*); 3° les produits de cette dernière comme *sécrétés, engendrés par sécrétion* (*loc. cit.*, 1837, t. I, p. 68, § 35). Cette confusion, résultant uniquement d'un manque de méthode, est la source habituelle de fâcheuses conséquences pour la physiologie et l'anatomie normales et pathologiques. Elle a pourtant été sans cesse imitée; il est inutile de faire sentir davantage ici qu'elle doit être soigneusement évitée (voy. Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*, Paris, 1850, in-4, *Avertissement*, p. 7 et suiv.).

b. *Genèse de certaines espèces de cellules en général.*

35. Les éléments auxquels s'applique la description suivante appartiennent aux constituants et non aux produits. Ce sont, par exemple, les hématies, les leucocytes, les médullocelles, les myéloplaxes, les myélocytes, les cytoblastions, les cellules nerveuses de la substance grise, etc. Ils naissent non plus par segmentation, mais par genèse ; les phénomènes de celle-ci sont au fond de même ordre que ceux qui ont été indiqués précédemment (pages 153 et 154). Que ces cellules aient ou non une cavité distincte de la paroi, elle a lieu dans les trois ordres de conditions suivantes (1) :

(1) Schleiden (*loc. cit.*, 1838, p. 137 et suiv.) n'admettait qu'un seul mode de production des cellules qui aurait été le suivant. Autour de granulations bien délimitées et isolées, représentant autant de nucléoles libres, se disposerait un amas granuleux, d'abord mal limité, mais devenant de plus en plus régulier. Cet amas est le noyau ; ainsi naîtrait ce dernier, précédant toujours le corps de la cellule et précédé lui-même par le nucléole. Sur le cytoblaste ou noyau ainsi développé s'élèverait une petite vésicule transparente, qui représenterait d'abord un petit segment de sphère aplati, comme un verre de montre appliqué sur sa sertissure. La vésicule serait le commencement de la paroi de cellule, qui se distendrait peu à peu davantage, s'éloignerait du cytoblaste, jusqu'à ce que celui-ci ne parut plus que comme un petit corps repoussé sur un point de la paroi ; l'espace compris entre le noyau et la paroi serait rempli de liquide. Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 207 et suiv.) a adopté cette hypothèse et l'a développée pour expliquer les cas où le noyau renferme deux nucléoles, la cellule, deux noyaux. Aux cellules qu'il faisait naître ainsi, Schleiden appliqua la *théorie de la métamorphose* d'après laquelle les fibres et les tubes des plantes naîtraient à l'aide et aux dépens des cellules engendrées comme il vient d'être dit, qui s'allongeraient, par un développement de cellules en un mot. Schwann, qui avait emprunté à Schleiden l'hypothèse précédente sur la naissance des cellules, lui emprunta aussi l'idée de la métamorphose des cellules animales en fibres, tubes, etc. Nous verrons plus tard ce qu'il faut admettre de cette idée de la métamorphose des cellules animales. Quant à l'hypothèse de Schleiden sur la *naissance* des cellules végétales, bien différente de la notion de *métamorphose*, elle ne s'est jamais confirmée, non plus que son application à la genèse des cellules animales par Schwann. Elle a été contredite d'abord par Reichert, lorsqu'il a montré que le nucléole n'apparaît dans les noyaux qu'après leur naissance par les progrès du développement (Reichert, *Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreich*, Berlin, 1840, in-4, p. 28) ; puis par Vogt et Bergmann (1840-1841), lorsqu'ils ont fait voir : 1° comment les cellules naissent par segmentation du vitellus ou d'autres cellules ; 2° qu'il peut y avoir préexistence de la cellule par rapport au noyau (Vogt, *loc. cit.*, 1841, p. 109), comme dans certaines cellules du cartilage et de la corde dorsale ; 3° qu'il peut y avoir naissance simultanée du noyau et de la cellule, comme sur certaines cellules du cartilage aussi (Vogt, *ibid.*, p. 20 et 21).

36. Le cas le plus ordinaire est de voir le noyau naître le premier, en suivant les phases décrites dans les pages qui précèdent; le nucléole, lorsque l'espèce dont il s'agit en possède, apparaît seulement alors que le noyau est déjà parfaitement développé, comme une des phases de son évolution en quelque sorte. Autour de ce noyau apparaît le corps de la cellule qui entoure toute sa surface simultanément, par réunion molécule à molécule, sous forme déterminée, des matériaux que fournit le blastème. Le corps de la cellule, d'abord petit, offre un contour extérieur qui est très-rapproché de celui du noyau qu'il englobe ou le touche même sur tel ou tel point de sa circonférence; mais il grandit peu à peu : souvent ce n'est que consécutivement à son apparition que s'y produisent des granulations, et quelquefois même c'est alors seulement que le nucléole naît dans le noyau. Le mode de genèse dont il est question est celui qui est habituel aux éléments embryoplastiques de la variété cellule, aux médullocelles, aux myélocytes, aux cellules de l'oariule, etc. Du reste, dans ces diverses espèces, on voit des noyaux qui ne deviennent jamais le centre de génération du corps de la cellule, et restent toujours noyaux libres.

37. Sur d'autres espèces, dans le blastème apparaissent simultanément le noyau et la masse de la cellule; plus petits qu'ils ne seront plus tard, pâles et sans granulations, ils grandissent peu à peu et deviennent plus ou moins granuleux, selon les espèces, à mesure qu'ils se développent. Telles sont les hématies chez les mammifères dans l'âge embryonnaire, et pendant toute la durée de l'existence chez les ovipares; telles sont encore les myéloplaxes, etc.

38. Toutes les hématies qui naissent à compter de l'époque où l'embryon atteint 30 millimètres de long, la plupart des leucocytes, quelques myéloplaxes et médullocelles, mais en petit nombre, offrent cette particularité, que le corps de la cellule apparaît seul, d'abord pâle et de petit volume, mais grandissant rapidement et acquérant bientôt les caractères qu'on observe habituellement chez eux. Ils constituent alors la variété cellule sans noyau des éléments de cette espèce. La masse de la cellule seule naît ici,

et cet élément reste ainsi dépourvu de noyau pendant toute la durée de son existence.

39. Il est certaines espèces de cellules qui, lorsqu'elles offrent un noyau, ne le possèdent normalement que postérieurement à leur naissance. Le corps de la cellule né le premier reste dépourvu de noyau plus ou moins longtemps, suivant les espèces dont il s'agit, et il naît ensuite, d'abord pâle et un peu plus petit qu'il ne sera, puis il grandit et acquiert quelquefois un nucléole. Tel est le cas des cellules du cristallin, des cellules de la corde dorsale, etc.

40. Malgré les faits contenus dans ces derniers paragraphes, il résulte manifestement des observations qui précèdent que le noyau est généralement le centre, le point de départ de la naissance et de la reproduction des cellules. Ce sont donc les phénomènes de la genèse des noyaux, le lieu et le mode de celle-ci, le nombre et l'espèce de ceux qui apparaissent, que l'on doit s'attacher à constater. Cette genèse précède toutes les autres particularités de la naissance et du développement de la plupart des cellules et de beaucoup d'autres espèces d'éléments; elle constitue précisément le phénomène primitif de la génération du plus grand nombre des espèces d'éléments anatomiques; d'où les difficultés qui entourent habituellement cette étude.

Or, le noyau une fois né, il peut rester toujours tel : de là l'existence constante de la variété noyau libre dans chacune des espèces de cellules, et la prédominance de cette variété sur celle que représentent les cellules complètes dans beaucoup d'espèces.

Mais s'il appartient à l'espèce épithéliale et s'il est né dans une matière amorphe, il peut ou non, selon les conditions dans lesquelles se trouve celle-ci, devenir le centre autour duquel a lieu la segmentation de cette dernière, d'où résulte l'*individualisation* des cellules d'épithélium. Ce fait est tellement général (1), que dans l'ovule même le noyau *vitellin* naît d'abord de toutes pièces au sein du vitellus dont la masse se segmente ensuite : phénomène de genèse individuelle dans l'ovule, qui est le pre-

(1) Voyez Ch. Robin, *Note sur la production du noyau vitellin* (*Journal de la physiologie, etc.* Paris, 1862, in-8, p. 389).

mier acte de la *reproduction* proprement dite en ce qui regarde la formation du germe.

Si au contraire le noyau appartient à quelque espèce de cellules du groupe des constituants surtout, c'est autour de lui, comme *centre de génération*, que le blastème, par suite des modifications qui résultent de sa rénovation moléculaire ou nutritive continue, passe à l'état demi-solide ou solide, prend la forme et autres caractères déterminés du corps de cellule de telle ou telle espèce, fait qui caractérise leur *genèse* (1).

Cependant cette genèse du corps des cellules peut avoir lieu sans qu'un noyau lui serve ainsi de point de départ en quelque sorte : cette particularité physiologique nous rend compte de l'existence dans la plupart des espèces, de quelques cellules sans noyau, comme la segmentation de la matière amorphe autour des noyaux d'épithélium nous expliquera l'existence de cellules à noyaux multiples.

41. Nous savons que la genèse des noyaux a lieu : 1° çà et là dans les interstices d'autres éléments anatomiques (page 156), à l'aide et aux dépens du blastème qui s'y trouve ; 2° à la surface d'une membrane glandulaire ou tégumentaire, librement ou au sein de matières amorphes (page 157), comme au centre du vitellus et quelquefois des globes vitellins.

On ne doit donc pas s'étonner de voir aussi la genèse d'un ou de plusieurs noyaux s'accomplir dans certaines conditions déterminées au sein d'une cellule née primitivement, sans noyau, comme nous venons de le dire. C'est même là le cas le plus habituel dans les cellules du cristallin. Enfin ces données, qui résultent de l'observation directe, rendent moins surprenants les faits suivants qui ne sont pas moins certains, bien qu'ils soient plus rares, parce

(1) On voit d'après cela que c'est d'une part aux noyaux plus particulièrement, puis d'autre part à la substance du corps des cellules, d'une manière plus générale, que s'appliquent les données fondamentales développées précédemment page 153. Elles sont applicables également à la description du mode de genèse de la substance de certaines fibres, de certains tubes, etc., parce qu'il en est parmi ces derniers qui, sans dériver de cellules, sans avoir commencé par être des cellules, ont néanmoins un ou plusieurs noyaux pour centre de génération : tels sont les fibres lamineuses, le myolemme, la gaîne des tubes nerveux périphériques, etc.

qu'ils ne se constatent que dans des conditions morbides peu communes.

On sait que le corps de beaucoup de cellules épithéliales, surtout dans certaines productions morbides, se creuse quelquefois de cavités plus ou moins grandes. Or, il n'est pas très-rare de voir dans ces cavités accidentelles naître des cellules. Ce sont ou des cellules épithéliales, c'est-à-dire des éléments de même espèce par conséquent que celles dans lesquelles elles naissent, ou bien des leucocytes, c'est-à-dire alors des cellules d'espèce différente de celles dans la cavité desquelles on les voit naître (1).

Du reste, la genèse a lieu ici de la même manière que lorsqu'elle s'accomplit à la surface d'une membrane, comme la peau, ou dans les interstices d'autres éléments; les conditions seules sont distinctes des précédentes.

Leur évolution consiste en une simple augmentation de volume du noyau et du corps de la cellule, avec production de granulations dans son épaisseur sans changement très-notable de forme, sauf les cas morbides sur lesquels seront plus loin données les notions les plus essentielles.

(1) Chez l'homme et les autres vertébrés il n'existe en réalité pas d'autre fait de *génération endogène intra-cellulaire* ou *intra-utriculaire* (c'est-à-dire de naissance d'une cellule dans une autre cellule) que celui-là. Or, il est à remarquer qu'il s'agit ici de la naissance de cellules dans des cavités accidentelles qui se sont creusées au sein de la masse ou corps de cellules qui n'ont pas de cavité distincte de la paroi; cavités accidentelles dont le contenu s'est trouvé avoir les qualités du blastème interposé aux cellules, donnant naissance par genèse à d'autres cellules, etc. Mais il n'y a jamais genèse de cellule dans la cavité d'une autre cellule offrant naturellement une cavité distincte de la paroi; en d'autres termes, ce qu'on a nommé génération intra-utriculaire ou génération endogène n'existe pas comme mode régulier et fréquent de production des cellules. En un mot, l'*endogenèse* n'est pas un mode habituel de naissance des éléments anatomiques. A une époque où l'on croyait le contraire, Schleiden (*loc. cit.*) *Archiv. für Anat. und Physiologie.* Berlin, 1838, in-8, p. 162, et Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 11 à 27) avaient donné, comme Turpin (voy. p. 57 et 58) le nom de *cellules-mères* aux cellules qui en renfermaient d'autres semblables à elles, mais plus petites et celui de *jeunes-cellules* ou *cellules-jeunes* à celles-ci. Ces expressions ont été adoptées depuis, et aux dernières on a souvent substitué celle de *cellules-filles* (Kölliker, *Entwickelungsgeschicte der Cephalapoden.* Zurich, 1843, in-4, p. 142). Elles sont justes à la rigueur, lorsqu'il s'agit : 1° de la segmentation ou scission d'*une cellule* en deux autres cellules semblables, sauf le volume; 2° de la genèse d'une ou de plusieurs cellules *de même espèce que celle* dans la cavité de laquelle elles naissent, comme dans le cas que je viens de citer de cellules épithéliales

c. *Genèse des éléments ayant forme de fibres, de tubes, etc.*

42. Bien que chacune des espèces d'éléments de cette forme ait comme les autres sa manière de naître, de se développer et de se nourrir, il est cependant un fait commun relatif au mode de naissance d'un assez grand nombre d'entre eux, qu'il importe de noter.

Ce fait consiste en ce que, pour chaque individu de ces éléments, naissent d'abord un et plus rarement plusieurs noyaux qui servent de centre à la génération progressive et au développement de chaque individu ; puis ils disparaissent sur un certain nombre d'espèces une fois que l'élément auquel ils ont servi de centre de génération est arrivé à tel ou tel degré d'évolution.

Toutefois, ce mode de genèse n'est pas absolument général pour les éléments qui ont une forme autre que celle de cellule ; c'est ainsi que la substance osseuse, celle de l'ivoire, les prismes de l'émail, etc., apparaissent par autogenèse sans présenter de

d'une tumeur naissant dans la cavité accidentelle d'une autre cellule épithéliale. Mais elles seraient inexactes si on les appliquait aux *cellules épithéliales* dans les vacuoles desquelles naissent des *leucocytes*, car ces dernières cellules étant d'une *espèce* autre que les premières, ne sauraient être considérées comme leur descendance. Depuis Schwann aussi (*loc. cit.*, p. 54-55), le nom de *cellule-mère* a été appliqué à l'ovule dont le vitellus par sa *segmentation* s'individualise en cellules embryonnaires (voyez *Journal de physiologie*, *loc. cit.*, p. 389). Outre qu'à l'époque où a lieu le fractionnement du vitellus l'ovule a déjà perdu les caractères propres aux cellules en général (voyez Ch. Robin, *Des végétaux parasites*, 1853, p. 241 et suivantes, et *Journal de physiologie*, 1862, p. 77 et suiv. et p. 315 et suivantes), il est manifeste que les expressions de *cellule-mère* et *de cellules-filles* appliquées à l'ovule d'une part aux cellules embryonnaires de l'autre, sont aussi inexactes dans ce cas que dans celui des leucocytes naissant dans une cellule épithéliale ; car dans tous les cas les *cellules embryonnaires* diffèrent autant de l'ovule que les leucocytes se distinguent des cellules épithéliales. Pour ceux même qui admettent que l'ovule est une cellule proprement dite, ce sont évidemment des cellules d'une espèce toute différente de celle qu'il représentait avant la segmentation de son vitellus. Admettre comme fait général la naissance des cellules dans un élément plutôt qu'au dehors n'explique rien tant qu'on ne la voit pas s'accomplir et ne la décrit pas. Ce n'est qu'une manière de reculer la difficulté faute de pouvoir établir la loi du phénomène, ce qui est le problème à résoudre et qu'on omet d'examiner. Ce n'est qu'une manière de reculer la difficulté soit au point de vue de l'origine des matériaux, soit sous celui du mode dont l'apparition a lieu, ce que Turpin et Mirbel ont seuls compris en admettant, bien qu'inexactement, que ce fait consistait en une *gemmation interne* (voyez les notes des pages 45 et 57).

noyau pour centre de génération, et pourtant chacun a sa manière de naître, de telle sorte que même dès sa première origine il est impossible de pouvoir confondre l'un avec l'autre de ces éléments.

Pour quelques espèces, ces noyaux ont tous les caractères des noyaux embryoplastiques ; pour les autres, tels que les éléments élastiques, les fibres musculaires de la vie animale, le myolemme, les éléments nerveux, etc., les noyaux servant de centre à leur génération, bien qu'ovoïdes comme les précédents, en diffèrent un peu par des dimensions plus considérables, par leurs granulations, etc.; aussi ne peuvent-ils être confondus avec les précédents, lorsqu'on a quelque habitude de ces observations, et ne doivent-ils pas être considérés comme d'espèce identique. Ainsi, chaque espèce de ces éléments diffère spécifiquement de toute autre dès son origine, par les caractères mêmes des noyaux qui, nés par genèse, servent de centre à leur génération, en tant que fibres, tubes, etc., et par ceux de la substance homogène qui s'ajoute aux extrémités ou à toute la périphérie de ces noyaux. Les phénomènes évolutifs consécutifs à la naissance ne font que rendre de plus en plus tranchées ces différences; car ces éléments ne naissent pas semblables à ce qu'ils seront plus tard, aux différences de volume près. Le développement chez eux consiste en des changements incessants de structure propre, indépendamment de leur augmentation de volume, jusqu'au moment où ils ont atteint le degré dit adulte ou de plein développement, à partir duquel ils peuvent présenter en outre des modifications accidentelles de cette structure, de leur forme et de leurs dimensions.

Ces modifications successives de leurs caractères dans la série des âges, tant à l'état normal, à compter du moment de leur genèse jusqu'à l'état sénile le plus avancé, que dans des conditions morbides, à partir de l'une des phases de cette évolution ou de l'état adulte, ces modifications, dis-je, ne ramènent en aucune circonstance ces éléments à l'un quelconque des états par lesquels ils ont passé pendant leur évolution, ni à celui qu'ils ont offert lors de leur apparition.

Ceux de ces éléments qui sont creux à l'époque de leur entier

développement, naissent pleins, comme on le voit pour les capillaires, pour la paroi propre des tubes nerveux périphériques et les tubes de myolemme. Ceux qui seront très-ramifiés, comme les fibres élastiques, naissent peu subdivisés.

Enfin, et ce fait est capital, parmi ces éléments qui ont des noyaux pour centre de génération, il en est pour lesquels un seul noyau sert de centre à l'apparition de plusieurs fibres, comme on le voit pour les fibres élastiques et les fibres lamineuses; il en est d'autres, tels que les tubes du myolemme, ceux de la paroi propre des nerfs périphériques, etc., pour lesquels plusieurs noyaux servent de centre à ce qui plus tard ne constituera qu'un seul tube. Ceux qui auront une longueur telle qu'on ne peut la mesurer, naissent courts, comme les fibres lamineuses en sont un exemple.

Tandis que les noyaux qui ont servi de centre de génération à certaines espèces d'éléments, disparaissent une fois qu'ils sont développés, il en est, au contraire, auxquels s'ajoutent des parties nouvelles; c'est ainsi qu'au cylindre axe qui représente seul les éléments nerveux centraux lors de leur genèse, s'ajoute plus tard le tube médullaire ou graisseux; c'est encore ainsi qu'à la cellule unique qui, lors de la genèse des cartilages et pendant longtemps encore, remplit chaque chondroplaste, s'ajoutent souvent une ou plusieurs cellules, par division de la première (1).

43. Ainsi, ces diverses espèces d'éléments ne sont pas semblables au moment de leur apparition, pas plus qu'elles n'offrent le même mode d'évolution et ne jouissent de propriétés iden-

(1) Les phénomènes précédents, par cette acquisition de parties nouvelles et cette disparition de parties existant auparavant, qui se résorbent (mais ne tombent pas par une sorte de mue), correspondent bien, chez les animaux et les plantes, comme on le voit, à ce qu'on a appelé développement et évolution ; mais ils ne peuvent nullement être comparés à ce qui a été nommé *métamorphose* chez les insectes. Ceux-ci, en effet, ne perdent par une succession de mue que des organes extérieurs, et avant cette perte ils possèdent déjà toutes les parties qui existeront lorsqu'elle sera achevée. Ainsi l'expression *métamorphose* ne peut, sans erreur, être employée pour désigner les phénomènes qui se passent durant l'évolution des éléments anatomiques, à moins de changer le sens attribué jusqu'alors à ce mot. Il n'y a enfin dans cette évolution de chaque élément que des âges, sans transmutation *de specie in speciem*. Il n'y a pas non plus perte de l'individualité de chacun d'eux, comme lorsqu'il s'agit des êtres complexes considérés dans leur entier qui présentent les

tiques. Lors de leur genèse, elles n'ont d'autre analogie que de présenter une structure bien moins compliquée que celle qu'elles auront plus tard, et si l'on peut ainsi dire, elles ne sauraient être superposées à un type unique.

Aucun de ces éléments même n'offre au début les caractères propres des cellules, en tant que corps sphéroïdal ou polyédrique; aucun d'eux n'a commencé par avoir l'une de ces formes, pour présenter plus tard une configuration différente par suite de son propre développement ou de sa soudure à ses semblables; aucun surtout n'a au début les caractères des cellules embryonnaires, lors même qu'il succède à celles-ci, ou naît au milieu d'elles.

Ayant pour centre de génération un noyau autour ou aux extrémités duquel s'ajoute molécule à molécule une certaine quantité de matière d'abord amorphe, ils offrent pour la plupart la figure d'un corps allongé plus ou moins effilé à ses extrémités, et auquel la présence d'un noyau central donne une structure analogue à celle des cellules en général. Mais dès le début ils offrent cette particularité, sans avoir eu la configuration ni l'état ordinairement grenu que présentent les cellules, même lors de leur apparition, et ils s'éloignent de plus en plus de cette forme, sans avoir passé et sans passer désormais par celle qu'offre l'une quelconque des espèces de cellules qui conservent ce dernier état pendant toute la durée de la vie individuelle.

Ainsi, l'apparition d'un élément anatomique ayant forme de fibre, de tube, etc., de même que celle de toute autre espèce de substance organisée, amorphe ou figurée, n'a d'autres antécédents

phénomènes de la *métagenèse*, c'est-à-dire chez lesquels des individus donnent naissance à des êtres plus complexes qu'eux-mêmes et meurent sans atteindre l'état dit adulte ou de la reproduction ovulaire. D'autre part, rien dans l'étude des éléments anatomiques n'apporte un seul fait à l'appui de l'idée d'après laquelle l'élément nerveux, par exemple, proviendrait directement d'une même espèce d'élément que celle qui a composé la tache embryonnaire, ou de celle qui forme les parois des lames ventrales et dorsales de l'embryon, et cela simplement sous l'influence de conditions évolutives diverses; hypothèse d'après laquelle cette même espèce d'élément donnerait naissance, sous d'autres influences, à des parois propres glandulaires, à l'épithélium qui les tapisse, à celui qui naît pathologiquement au sein des muscles, le long des nerfs, dans le canal médullaire des os, etc., loin des régions où normalement existe de l'épithélium.

que celle des conditions physiques et moléculaires qui ont amené sa genèse. Celle-ci est due à un ensemble de circonstances concomitantes et extérieures à la chose qui naît, laquelle continue à exister et à présenter les qualités qui lui sont immanentes, tant que ces conditions demeurent les mêmes ou analogues. C'est faute de les avoir étudiées et d'avoir suivi les phénomènes de la genèse, que toujours on n'a fait que reculer la difficulté du problème qu'il s'agissait de résoudre, en admettant que tout ce qui a forme et volume dans l'économie proviendrait directement de quelque partie préexistante et toujours visible qui n'aurait fait que céder une portion de sa substance ou changer de figure et de dimensions.

44. Dans l'hypothèse d'après laquelle tous les éléments dériveraient de cellules, il n'y a donc de vrai que ce fait, que chez l'embryon ils ont été précédés par des cellules qui ont primitivement composé le blastoderme; mais elles se sont liquéfiées peu à peu, elles ont disparu, et l'on ne peut dire jusqu'à quel point ce sont exactement les matériaux qu'elles ont ainsi fournis plutôt que les principes immédiats venus de la mère qui ont servi à la génération des éléments qui leur succèdent.

Or, à ces cellules nées de la segmentation du vitellus succèdent des noyaux naissant de toute pièce, par genèse molécule à molécule, qui bientôt composent à eux seuls les tissus des organes de l'embryon.

Puis ce sont ces noyaux qui servent de centre et de point de départ à la génération des éléments anatomiques définitifs, après quoi eux-mêmes sont parfois résorbés et disparaissent. C'est ainsi, par l'intermédiaire de ces noyaux, que la naissance des éléments anatomiques définitifs (c'est-à-dire qui ne disparaîtront jamais, sauf certains cas accidentels ou morbides) est reliée à l'existence et à la disparition des cellules provenues du vitellus maternel.

En fait, ce que l'on a dit du rôle des cellules (embryonnaires, etc.), comme point de départ de l'apparition de tous les éléments anatomiques, doit être rapporté à des noyaux qui leur succèdent dans la tache embryonnaire; mais avec cette particularité que ces noyaux ne viennent pas des cellules embryonnaires,

et que ce ne sont pas eux qui se métamorphosent en fibres, en tubes, etc., comme on le disait du corps des cellules ; ils ne sont pas le point de départ d'une cellule qui deviendrait ensuite fibre ou tube, ils ne sont que le centre de génération de tubes, de fibres, etc., et offrent tout de suite des caractères qui le distinguent de tout autre.

L'hypothèse d'après laquelle tous les éléments dériveraient de cellules est inexacte, en ce que la substance de ces noyaux ne concourt pas à la génération de l'élément anatomique ; en ce que la substance qui naît autour d'eux, bien qu'offrant, lors de son apparition, des dimensions restreintes, n'a pas la forme des éléments qui conservent l'état de cellule pendant toute la durée de la vie individuelle, et surtout en ce que celle-ci passe graduellement et sans temps d'arrêt à celui d'élément bien caractérisé.

Enfin, pour les éléments anatomiques doués de propriétés de la vie animale, tels que les tubes nerveux, les faisceaux musculaires du cœur, les tubes de myolemme, les noyaux qui servent de centre à leur génération diffèrent d'une manière notable des noyaux embryoplastiques. Ce ne sont point les noyaux embryoplastiques qui ont succédé aux cellules nées du vitellus qui, d'une manière commune, servent de point de départ à leur génération ; ce sont des noyaux d'une espèce particulière pour chacun d'eux, des noyaux qu'on peut réellement distinguer des embryoplastiques.

45. L'apparition d'un élément anatomique qui n'existait pas caractérise essentiellement le fait de la naissance ; propriété de la substance organisée qui est irréductible à d'autres et inexplicable dans sa nature intime, comme tous les faits élémentaires, comme toutes les propriétés primordiales de toute substance.

L'idée de comparer la naissance ou genèse d'un élément anatomique à la *cristallisation*, n'exprime donc rien de réel en soi, quand on considère la nature même du phénomène, si ce n'est peut-être qu'elle indique qu'il est moléculaire, ou dominé par des phénomènes moléculaires. Cette comparaison n'a pu se produire qu'à l'époque où, ne sachant encore ce qu'est la nutrition, on ignorait aussi quelle est la condition d'existence de tous les autres phénomènes d'ordre vital.

Le fait de la genèse d'éléments anatomiques reste incompréhensible, dès que, négligeant cette particularité, on commence, par vice de méthode, l'étude des propriétés vitales par celle de la naissance; dès que l'on cesse d'avoir présent à l'esprit que le double mouvement continu de composition et de décomposition de la substance organisée ou de rénovation moléculaire est la condition de toute production nouvelle normale ou accidentelle dans l'économie; et cela par suite de la formation de substances organiques, qui prennent figure et structure particulières, en même temps qu'elles s'unissent aux principes cristallisables. Ce sont, comme nous venons de le voir, ces phénomènes simultanés qui caractérisent la génération de la substance organisée, amorphe ou figurée.

Or, formation d'un principe immédiat qui n'existait pas dans le blastème, en même temps qu'apparition d'un corpuscule de configuration spéciale, tel est le double fait fondamental et le plus important à signaler dans la *genèse* d'éléments quelconques; car il la distingue de tout autre phénomène moléculaire quel qu'il soit. Formation aux dépens des principes du blastème d'une espèce de substance organique qui n'y existait pas, nouvelle pour lui par conséquent, et apparition en même temps de matière organisée, soit amorphe, soit à l'état de noyau, soit même à l'état de cellule, sont des phénomènes simultanés.

46. On voit, par ce qui précède, que les éléments anatomiques qui naissent dans les blastèmes ainsi que dans les plasmas, diffèrent de ceux-ci, même chimiquement; les blastèmes et les plasmas ne pourraient par conséquent pas être considérés comme un état antérieur individuel des espèces d'éléments anatomiques figurés qui naissent à leur aide et à leurs dépens.

Ce fait distingue tout spécialement la genèse d'un élément anatomique de la formation d'un cristal, de la cristallisation en un mot, à laquelle la première a souvent été comparée. Il y a, en effet, une différence radicale entre : 1° la simple réunion molécule à molécule des parties dissoutes d'un même composé, ou au plus de trois ou quatre espèces analogues pour produire un corps à formes anguleuses déterminées; et 2° la réunion en pro-

portions diverses de principes immédiats, les uns cristallisables, les autres coagulables, parmi lesquels une espèce au moins *se forme aux dépens des matériaux du liquide, en même temps qu'a lieu l'union complexe de ces divers principes*, en même temps qu'a lieu l'apparition subite ou à peu près (genèse) de l'élément anatomique solide, amorphe ou figuré, et de volume variable suivant l'espèce dont il s'agit (1).

Ce phénomène ne se rapproche de la cristallisation que par cette particularité, qu'il est *moléculaire*, qu'il s'agit de la réunion molécule à molécule de principes qui étaient à l'état liquide et de diffusion dans une matière liquide ou demi-liquide. Mais le comparer sous tout autre rapport à la cristallisation serait commettre une grossière erreur, car ce serait confondre en un seul tous les phénomènes moléculaires. Il en diffère non-seulement par les conditions dans lesquelles il se passe, mais encore par ce fait si important de la réunion en proportions très-différentes de principes nombreux, très-divers par leur nature élémentaire. Il en diffère surtout par le changement d'état spécifique lors de cette union moléculaire d'une ou de plusieurs des substances organiques. Or, il n'y a rien ici de la simplicité de la cristallisation dans laquelle se réunissent sous des angles constants, mais avec les

(1) Voyez *Chimie anatomique*, Paris, 1853, in-8, t. I, p. 201, et *Histoire naturelle des végétaux parasites*, Paris, 1853, p. 87. La comparaison de la naissance des éléments anatomiques à la cristallisation se trouve pour la première fois dans Raspail (*Nouveau système de chimie organique*, Paris, 1838, in-8, t. II, p. 403), lorsqu'il dit, à propos du mode de formation des cellules, que l'*organisation est une cristallisation vésiculaire*. Cette idée a été reprise et longuement développée par Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 238 à 254). Celui-ci considère l'extension d'une cellule en fibre, comme l'analogue de la transformation du cube en prisme, résultant l'une et l'autre de ce que de nouvelles molécules se déposent en plus grande quantité aux extrémités d'un axe qu'à celles de l'autre, de telle manière que l'on peut admettre l'hypothèse que l'organisme consiste en quelque sorte en un simple agrégat de cristaux formés de substances susceptibles d'imbibition. Mais cette hypothèse qui ne peut être soutenue qu'en méconnaissant les faits indiqués plus haut, a été combattue dès son origine par Valentin (*Repertorium für Anat. und Physiol.*, Bern., 1839, in-8, t. IV, p. 288), par Henle (*Anat. générale*, 1843, t. I, p. 170-171), etc. Il est commun aussi de trouver des auteurs qui comparent la *genèse* d'un élément anatomique telle qu'elle vient d'être décrite (p. 153) au phénomène de *coagulation*; qui s'expliquent la naissance des éléments normaux ou morbides par le dépôt dans les interstices des parties existantes d'une matière liquide venant du sang (blastème) qui se *coagule* en fibres, tubes ou cellules, etc. Cette explication se trouve répétée

dimensions les plus variables, les parties dissoutes d'*un seul* composé chimique. La dissemblance entre ces deux phénomènes consiste encore en ce que précisément dans le cas d'une solution complexe, les différents composés définis, mélangés ensemble, se séparent les uns des autres pour se réunir exclusivement à une molécule de même composition. Le cas des sels, dont les acides et les bases contenant de l'oxygène en même proportion se réunissent au nombre de deux ou plusieurs dans un même cristal (tel que le carbonate double de chaux et de magnésie appelé *dolomie* et beaucoup d'autres composés naturels ou artificiels en sont des exemples), ne suffit certainement pas pour contredire ce qui précède. En dehors de ce fait que la *formation* d'un cristal et la *naissance* d'un élément anatomique sont des phénomènes moléculaires, ils ne peuvent et ne doivent jamais être considérés comme analogues, puisque ce qu'il y a d'essentiel en eux se trouve diamétralement différent de l'un à l'autre; en un mot la *cristallisation* et la *naissance* sont deux faits complétement distincts.

Il y a encore dans cette simultanéité de formation d'une ou de plusieurs substances organiques avec réunion molécule à molécule

dans un assez grand nombre d'ouvrages modernes, et bien qu'elle ne me paraisse pas très-ancienne, je n'ai pu découvrir exactement quel en est le premier auteur, ni quel est l'ordre d'idées physiques ou chimiques qui le guidait. Bien qu'il se puisse que parmi ceux qui ont reproduit cette comparaison, quelques-uns connaissent les éléments anatomiques, elle n'a pu être émise pour la première fois qu'à une époque où l'on n'avait pas vu naître réellement des cellules, fibres, etc., ou au moins celui qui l'a créée n'avait pas vu ce dernier phénomène et ne savait pas très-exactement ce qu'est la *coagulation*. Quoi qu'il en soit, les différences qui séparent l'apparition d'un élément solide (soit de configuration déterminée, soit à l'état de substance amorphe) du phénomène de *coagulation*, sont faciles à saisir, bien que les *substances organiques* seules soient douées de cette propriété. En effet, dans la coagulation, la substance organique qui passe de l'état fluide ou demi-liquide à l'état solide ne change pas pour cela de nature, d'état spécifique. Elle se solidifie seule à côté des autres substances organiques qui ne se coagulent pas, et s'en sépare comme le fait la fibrine, même dans sa coagulation spontanée à côté de l'albumine qui reste dans le sérum du sang. Dans la *genèse* au contraire, il y a simultanément : 1° formation aux dépens des principes du blastème d'une espèce de substance organique solide ou demi-solide, nouvelle par rapport à lui et propre à l'espèce d'élément dont il s'agit; 2° *union* de cette substance à d'autres et à des sels, etc., contenus dans le blastème. (Voy. p. 153, et surtout *Chimie anatomique*, t. III, p. 126 et suiv.)

à quelques principes préexistants de manière à produire un corpuscule ayant une forme déterminée, une différence capitale qui sépare de la cristallisation la genèse qu'elle concourt à caractériser. C'est l'absence de tout *état antérieur* en tant qu'élément anatomique; celui-ci, apparaissant avec un volume déterminé, n'existait pas avant de devenir visible aux moyens qui permettent de constater son apparition et d'en prendre les dimensions. Dans le cas du composé chimique, au contraire, avant d'être sensible aux pouvoirs grossissants les plus considérables, la matière de chacun de ces cristaux existe spécifiquement à l'*état antérieur de corps simple ou composé en dissolution ;* elle peut être reconnue par des réactifs s'adressant à chacune de ses particules élémentaires, quelle que soit du reste l'idée qu'on se forme de celles-ci d'après les diverses hypothèses sur l'état atomique et moléculaire des sels, etc.

Dans le fait de la naissance il n'y a d'autre état antérieur à l'apparition d'un élément anatomique avec sa forme et son volume déterminés et constants, que les conditions physiques, d'une part, moléculaires, de l'autre, qui amènent ou permettent la formation de substances organiques nouvelles, en même temps que leur union simultanée à des principes déjà formés, existant à l'état de dissolution, le tout prenant aussitôt une forme et un volume propres. Mais il n'est aucun moyen qui permette de déceler avant l'apparition des éléments leur existence individuelle à un état quelconque dans les matériaux servant à leur genèse, en dehors de ce qui concerne ces principes immédiats eux-mêmes, et dont il a été question plus haut (p. 56 à 61).

47. Les faits suivants prouvent encore qu'avant cette apparition l'élément n'existait réellement pas, et que lorsqu'il se montre, c'est bien son premier état spécifique qu'on aperçoit. Ces faits sont que : 1° dès l'instant où il est visible, l'élément qui apparaît offre aussitôt un volume plus considérable que les particules susceptibles de mensuration qui parfois l'entourent; 2° c'est que, indépendamment d'une forme déterminée et constante pour chaque espèce, il possède en outre aussitôt une structure spéciale dans chaque espèce aussi; 3° c'est enfin qu'on voit cette forme, ce

volume et cette structure se modifier graduellement et toujours de la même manière, dans chaque espèce, c'est-à-dire se développer par suite de la nutrition ou rénovation continue de sa substance. Or dans cette dernière, le phénomène dit assimilation présente incessamment au sein de l'élément la répétition d'un fait formulé plus haut, *qui est l'un de ceux* qui caractérisent la genèse; c'est la formation de substances organiques avec union à des principes cristallisables existant déjà. Mais dans la génération des éléments il n'y a rien de comparable à la décomposition désassimilatrice qui donne toujours lieu à la formation de principes cristallisables.

Cet examen démontrerait à lui seul que les phénomènes de nutrition et de développement sont des actes moléculaires se passant dans l'épaisseur même de la substance de ces corps, si le phénomène de désassimilation qui entraîne avec lui la rénovation moléculaire continue de cette substance n'était là pour le prouver plus péremptoirement encore, tandis que la genèse de chaque élément s'accomplit entre ceux qui préexistaient, mais hors de leur substance, en les considérant individuellement (1).

(1) A une époque où les propriétés élémentaires de la substance organisée ne pouvaient être bien connues, parce que les éléments anatomiques auxquels elles sont inhérentes n'étaient pas encore étudiés, la nutrition a été considérée, à tort ainsi que nous l'avons vu, comme une génération continuelle. Par une erreur inverse, mais qui se comprend (car lorsque des choses diverses sont mal connues, le propre de cette méconnaissance est de vouloir expliquer les unes par les autres), la procréation a été regardée comme une nutrition (K. F. Wolff, *Theorie von der Generation*, Berlin, 1764, in-8, p. 245-250). Déjà Burdach a fait remarquer à ce propos que la nutrition est la continuation de ce qui existe et la génération la formation d'un nouveau produit (*Physiologie*, trad. franç., Paris, 1838, in-8, t. II, p. 316) ; que la génération est une activité naturelle, qu'on peut connaître comme tout autre mode d'activité, en interrogeant l'expérience pour savoir quels en sont les conditions, les phénomènes et les effets ; que la nature n'étale pas moins à nos yeux la génération que la digestion, que l'accroissement de la plante ou que la cristallisation d'un sel (p. 325). Il y a bien dans la génération comme dans la nutrition un double phénomène ; mais tandis qu'avec l'assimilation, la formation de principes immédiats semblables à ceux de l'élément ou de l'humeur qui se nourrit et se développe, coexiste durant la nutrition, durant la décomposition désassimilatrice des principes de même espèce, il y a au contraire dans la genèse : apparition d'un élément qui n'existait pas, en même temps que formation de principes coagulables auxquels se fixent simultanément quelques-uns de ceux qui sont cristallisables, existant dans le blastème à l'aide et aux dépens duquel a lieu cette création.

Il suffit donc de connaître exactement les conditions de la naissance des éléments anatomiques, des phénomènes essentiels et simultanés de cet acte, les faits caractéristiques du développement et de la nutrition, pour voir qu'il faut se mettre en contradiction avec toute démonstration pour *supposer* aux éléments un état individuel et spécifique antérieur, que rien ne peut déceler avant leur apparition; tandis que pour chaque espèce chimique ou de corps bruts, partout où nous l'apercevons, nous pouvons toujours *démontrer* qu'avant d'être visible, amorphe ou cristallisée, elle existait déjà à un état antérieur invisible, soit de mélange, soit de dissolution ou combinaison; *état* sur la *nature* atomique ou moléculaire duquel peuvent être faites des hypothèses diverses, mais dont l'existence est hors de contestation. Ainsi la notion d'*état antérieur* n'est pas applicable aux éléments anatomiques eux-mêmes considérés individuellement en tant qu'appartenant à telle ou telle espèce; mais elle doit être appliquée aux principes immédiats qui servent à la genèse de ceux-ci, qui jusque-là ont fait partie des éléments ambiants, des plasmas et des blastèmes; là elle acquiert une importance capitale au point de vue du fait de l'apparition de telle ou telle espèce plutôt que de telle autre, de la rapidité du phénomène, etc.

3° *Résultats de la genèse.*

48. Les résultats de la genèse sont :

1° Dans certaines conditions, l'apparition de substances amorphes;

2° Dans d'autres conditions, celle d'éléments anatomiques figurés toujours sous forme de noyaux libres ou de cellules complètes.

49. Lorsque la genèse a pour résultat l'apparition de substances amorphes, celles-ci se développent de plus en plus : tantôt elles naissent entre des noyaux déjà appparus par genèse à la surface d'un tissu, comme on le voit pour beaucoup d'épithéliums glandulaires et autres; ou dans les interstices des éléments d'un tissu, ce qui s'observe surtout lors de la production des épithéliums à l'état morbide hors de leur siége habituel. D'autres fois,

elles apparaissent primitivement sans noyau, et souvent alors lorsqu'elles ont atteint une certaine augmentation de masse, des noyaux naissent par genèse au milieu d'elles. Elles deviennent ensuite le siége de phénomènes remarquables qu'il s'agit actuellement d'étudier, et qui ont pour résultat l'individualisation de la substance amorphe sous forme de cellules autour de chaque noyau comme centre. Nous verrons ensuite que ces cellules, une fois individualisées, se développent et souvent se reproduisent directement, par continuation dans leur propre substance des phénomènes de cette individualisation (1).

50. Lorsque la genèse a pour résultat l'apparition d'éléments anatomiques figurés, sa répétition a pour résultat la reproduction et la multiplication de ceux-ci. La reproduction n'est, en effet, qu'un résultat de faits primordiaux, et, par suite, elle est un fait contingent pouvant, selon les circonstances, ou ne pas arriver ou avoir lieu de telle ou telle manière, selon l'espèce d'élément dont il s'agit; c'est-à-dire qu'elle consiste soit en une genèse répétée, soit en une segmentation ou une gemmation lorsqu'il s'agit d'élément ayant forme de cellules; mais ce dernier mode de reproduction même est rare sur les cellules qui sont nées par genèse, et ne constitue qu'une *individualisation* en cellules d'une substance amorphe déjà apparue par genèse lorsqu'il s'agit de la gemmation et de la segmentation du vitellus.

(1) Avant qu'on eût constaté où, quand et comment naissent les éléments anatomiques, quelques auteurs ont admis comme antérieure à toute génération la *préexistence* d'une matière organique générale vivante répandue partout, commune à toutes les espèces (Perrault, Treviranus), ou d'une matière nutritive générale existant dans tout le corps de chaque individu en particulier (Needham) et amorphes toutes deux. D'autres ont admis la préexistence simultanée de la matière vivante et de la forme (*préformation*). Dans tous les cas, tout ce qui apparaît en fait de corps organisés aurait présenté un état antérieur à son apparition. Les *syngénésistes* admettaient que toute cette matière organique préformée par rapport aux êtres individuellement, a été créée en même temps. La naissance ou génération ne serait, dans le premier cas, qu'une *prise de forme* de cette matière amorphe en tant qu'organisme vivant individuellement, sous l'influence de causes extérieures; et cette forme varierait comme les causes qui la produisent (Treviranus, etc.). Dans le second cas, la forme préexistant avec la matière (principe des êtres organisés, germes ou corpuscules primitifs et organiques que des causes font jouir d'une existence différente selon ces causes, Bonnet), cette matière n'aurait besoin que d'arriver dans des conditions convenables pour changer cette forme en

Les éléments anatomiques figurés, nés par genèse, présentent dès leur origine, dans chaque espèce, des caractères propres à chacune d'elles, et des différences par rapport aux autres, telles qu'on ne peut les confondre ensemble. A compter du moment de leur apparition, ces différences ne font que se prononcer davantage, et, pendant toute la durée de leur développement, les éléments figurés deviennent de plus en plus distincts les uns des autres.

B. *De la segmentation et de la gemmation de la substance organisée.*

51. La substance organisée amorphe ou à l'état de cellules et de noyaux jouit de la propriété de se partager en éléments anatomiques distincts, sans changer d'état spécifique au point de vue de sa composition immédiate essentielle, lorsqu'elle se trouve placée dans certaines conditions déterminées de temps, de lieu et d'accroissement.

Cette propriété se manifeste de deux manières :

1° Soit par une *scission* ou *segmentation* proprement dite ; 2° soit par une *gemmation*. Ces deux phénomènes, très-distincts pendant la durée de leurs phases, s'accomplissent dans des conditions semblables, et conduisent chacun au même résultat. Ce sont par conséquent deux cas particuliers de l'individualisation

celle d'organismes agissants, différant les uns des autres avec ces causes mêmes (Oken) malgré la communauté de leur origine et l'unité originelle de type. On a donné le nom de *théorie de la métamorphose* à ces deux hypothèses, bien qu'il n'y ait rien là d'analogue à ce qu'on a d'abord appelé la *métamorphose des insectes*. Elles sont du reste contredites toutes les deux par l'observation. Dans ces diverses hypothèses il n'y aurait pas de *génération*, puisqu'il n'y aurait dans ce qu'on nomme ainsi qu'une *prise de forme* par une matière préexistante : ou bien la génération ne serait qu'une involution par une succession de juxtapositions extérieures, comme on l'admet pour les cristaux, ou encore une évolution, c'est-à-dire « *le simple développement des parties préexistantes* » (Bonnet, *Palyngénésie philosophique*, Amsterdam, 1769, in-12, t. I, p. 93, 101, 253 à 258). On voit que c'est à ces hypothèses que se rattache celle d'après laquelle les diverses espèces d'éléments anatomiques dériveraient d'un type unique par une simple *métamorphose*, ou mieux par un simple développement évolutif ; hypothèse ancienne, qui remplace par celle d'une évolution la notion de génération, mais que contredit l'étude du lieu, de l'époque et du mode de la naissance de chaque espèce d'élément anatomique.

en éléments anatomiques distincts de la substance amorphe née par genèse, phénomène qui se continue souvent encore sur les cellules qui viennent de s'individualiser ainsi, lorsqu'elles ont atteint un certain degré de développement.

1° *Conditions de la segmentation et de la gemmation.*

52. La segmentation ou la gemmation s'observent dans l'ovule, l'embryon et chez l'adulte, tant à l'état morbide qu'à l'état normal, partout où existent soit des matières amorphes, soit des cellules, soit même des noyaux nés par genèse généralement, ou bien résultant déjà de ces phénomènes.

53. Il est une époque de l'existence individuelle où, appartenant en quelque sorte encore à celui qui l'a produit, le nouvel être n'est représenté que par le vitellus. Pour être plus exact, l'individu nouveau n'existe pas encore ; l'intervention des spermatozoïdes ou cellules embryonnaires du mâle, dont la substance se mélange à celle du vitellus femelle, est indispensable pour que son apparition ait lieu. Il n'existe encore que les matériaux nécessaires à la génération des premiers éléments anatomiques qui doivent le constituer. Ces matériaux sont représentés par le vitellus né par genèse, et développé graduellement jusqu'à certains degrés dans l'être dont l'ovule est un organe. Comme originellement tout dérive directement de lui, il présente les conditions des premiers phénomènes d'individualisation des éléments anatomiques de l'embryon. Plus tard, à la place du vitellus, se trouvent les *globes vitellins* ou *sphères vitellines*, qui dérivent directement de sa substance par segmentation chez le plus grand nombre des espèces. Celles-ci continuant à se segmenter, les cellules dites embryonnaires leur succèdent immédiatement, et elles-mêmes présentent à leur tour les conditions de la segmentation, dont on peut suivre les phases aussi bien que sur le vitellus.

Sur d'autres animaux, tels que les insectes, c'est directement par gemmation de la substance superficielle du vitellus, suffisamment développé et fécondé, que s'individualisent les premiers éléments anatomiques de l'embryon, et d'où résulte l'indivi-

dualisation même de ce nouvel être, sans que le vitellus ait passé d'abord par l'état intermédiaire de globes vitellins. Généralement les cellules nées par gemmation ne présentent pas les conditions de la segmentation et ne se subdivisent pas. Les cellules ainsi individualisées, à l'aide et aux dépens de la substance du vitellus, que ce soit par gemmation ou par segmentation, offrent cette particularité remarquable que leur existence n'est que temporaire dans le nouvel être qu'elles constituent au début de son évolution, tandis qu'il n'en est pas ainsi des éléments nés par genèse qui leur succèdent et les remplacent.

Quant aux principes immédiats qui servent à leur accroissement individuel, ces cellules les empruntent à la mère ou aux milieux ambiants, selon les espèces animales dont il s'agit.

L'embryon se trouve de la sorte, pendant un certain temps, constitué entièrement par des éléments ayant forme de cellule. Il en est ainsi jusqu'au dixième ou douzième jour, après la fécondation, chez beaucoup de mammifères.

L'ovule naît par genèse entre des éléments de l'ovaire et son vitellus s'individualise en cellules, par segmentation ; entre celles-ci naissent graduellement par une succession d'épigenèses les éléments définitifs du nouvel être à mesure que ces premières cellules se liquéfient ; on voit par conséquent que c'est toujours entre d'autres éléments ou à la surface des couches qu'ils forment que naissent de nouveaux éléments anatomiques ; conditions complexes, importantes à prendre en considération et que les progrès de l'âge rendent de plus en plus difficiles à remplir en quelque sorte pour chaque individu.

54. On sent déjà, d'après ce qui précède et nous verrons mieux encore par la suite, qu'il n'est pas exact de dire que le vitellus renferme, au moins en puissance, tout ce qui existera plus tard dans l'économie ; qu'il offre en germe toutes les conditions nécessaires à l'apparition et au développement de ce qui sera par la suite dans l'organisme. Ces conditions il ne fait que les offrir les unes après les autres, chacune comme conséquence du phénomène antécédent, et la génération d'une partie de l'embryon n'a lieu qu'autant qu'une autre l'a régulièrement précédée.

Le vitellus, et après la formation du *noyau vitellin* seulement (voy. p. 161), présente les conditions de la segmentation, mais celles de ce phénomène-là uniquement. La segmentation a pour résultat l'individualisation du vitellus en cellules embryonnaires ; par suite des modifications évolutives offertes par ces dernières, elle conduit à l'apparition des conditions nécessaires à la genèse des éléments de la notocorde, du cœur, des noyaux embryo-plastiques, des éléments des cartilages, etc. (p. 163 et suiv.). Son influence ne s'étend pas plus loin, mais elle est réelle ; car selon qu'elle s'accomplit régulièrement ou qu'elle est accidentellement modifiée, les conditions de genèse qu'elle amène, bonnes dans un cas, mauvaises dans l'autre, déterminent la génération d'un embryon normal dans le premier, atteint d'anomalies dans le second, anomalies qui ne préexistaient pas aux accidents survenus pendant la segmentation.

Chacun de ces premiers organes de l'embryon, par sa présence et par les usages qu'il remplit, offre lui-même les conditions nécessaires à la génération des parties qui s'ajoutent successivement et achèvent de constituer le nouvel être ; conditions de moins en moins favorables, et génération de moins en moins énergique à mesure qu'on s'éloigne de leurs premières manifestations, surtout après la naissance.

55. Reprenons un instant au point de vue dynamique l'examen des faits précédents.

Dans l'intervalle qui sépare le moment de la fécondation de celui de la segmentation, le vitellus ne reste pas inactif ; il ne demeure pas tel que rien ne se passe en lui, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur ; il devient le siége de mouvements lents de déformation, de la production des globules polaires, de changements moléculaires intimes qui se manifestent par les différences de volume et d'aspect de ses granulations, et surtout de la *production du noyau vitellin* qui termine en quelque sorte la série de ces phénomènes (1).

(1) Voyez Ch. Robin, *Mémoire sur les phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la segmentation du vitellus* (*Journal de la physiologie*, Paris, 1862, in-8, p. 67).

A compter du moment de la fécondation, le vitellus constitue donc un nouvel être, siége des phénomènes précédemment rappelés ; sa structure, jusque-là aussi simple que possible, devient bientôt de plus en plus complexe, fait dont le début est marqué par l'*individualisation* de sa substance en parties de moindre volume, ayant une structure différente, celle de cellules. Cette individualisation s'accomplit de deux manières distinctes d'un groupe animal à l'autre, c'est-à-dire par *segmentation* de la masse du vitellus ou par *gemmation* de la substance hyaline de sa surface, sans qu'y prennent part les granules et gouttelettes vitellins jaunâtres, d'aspect graisseux, qu'elle relie entre eux (1).

En d'autres termes, la *vésicule germinative* n'est autre que le noyau de la cellule par laquelle débute l'évolution première de l'ovule dans l'ovisac ou dans les tubes ovariens ; ce noyau, devenu vésiculeux, disparaît spontanément par rupture brusque et liquéfaction de sa paroi, lorsque cette évolution de l'œuf, en tant qu'élément anatomique, est achevée, et que celui-ci est devenu un organe distinct, séparable du lieu où il est né et apte à subir une évolution individuelle propre. Cette disparition est le signe même par lequel se manifeste cette aptitude, dite *maturité de l'œuf*. Celle-ci une fois survenue, que la fécondation ait lieu ou non, les globules polaires se produisent, mais rien de plus ne survient. Si au contraire les spermatozoïdes ont pénétré dans l'œuf, et, en se liquéfiant, mêlé leur substance, qui est celle du mâle, au vitellus, qui est de la substance de la femelle, celui-là, devenu ainsi différent de ce qu'il était, présente une série de phénomènes ultérieurs. Parmi eux, comptent d'abord les changements dans la constitution intime des granules du vitellus, et la production de son noyau central ou vitellin, pour les espèces chez lesquelles elle a lieu. Ce dernier, en se divisant avec le vitellus même, forme les noyaux des cellules blastodermiques ; en naissant de toutes pièces, molécule à molécule, longtemps après

(1) Voyez Ch. Robin, *Mémoire sur les globules polaires de l'ovule*, et *Mémoire sur la production des cellules du blastoderme chez quelques articulés* (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, Paris, 1862, in-4, séance du 20 janvier 1862, et *Journal de physiologie*, 1862, p. 150 et p. 349 et suiv.).

la disparition complète de la vésicule germinative, il ne représente plus, quand il existe, le noyau de l'ovule, mais bien celui du vitellus qui vient d'acquérir les qualités d'un nouvel être, l'embryon ; qui vient d'acquérir une indépendance qui lui est propre, une indépendance par rapport à la membrane vitelline en particulier dont auparavant il était solidaire.

Ces deux faits de la disparition de l'un de ces noyaux, que suit, après la fécondation, l'apparition d'un noyau différent, caractérisent nettement la succession directe d'une individualité nouvelle à une autre, représentée jusque-là par un élément anatomique plus ou moins développé.

Enfin, le fait de la genèse de ce noyau vitellin avec ou sans nucléole, genèse dont on peut suivre toutes les phases chez beaucoup d'animaux à vitellus suffisamment transparent, ce fait, comme on le voit, est capital. Il prouve en effet d'une manière péremptoire, la *genèse* ou génération spontanée, molécule à molécule, d'un noyau, d'une partie nettement définie et isolable au sein d'une masse homogène, sans qu'il dérive d'aucun élément, ni d'aucune portion d'élément anatomique figuré quelconque.

Chez les animaux dont le vitellus ne se segmente pas, dont les premiers éléments anatomiques s'individualisent par gemmation à l'aide et aux dépens de la substance de celui-ci (insectes, arachnides), on ne voit jamais se produire de noyau vitellin sur l'individu déjà formé.

56. La segmentation a lieu dans un grand nombre de régions de l'économie qui seront indiquées en détail successivement, sur les matières amorphes nées par genèse, soit à la surface des membranes tégumentaires, soit à la face interne des tubes glandulaires, soit dans l'épaisseur de certains tissus dont ces matières ont écarté ou remplacé les éléments. La segmentation reconnaît dans ces cas-là comme condition d'accomplissement la genèse préalable de noyaux autour desquels elle s'opère ensuite. Le plus souvent même les noyaux naissent les premiers, contigus ou à peu près, puis la matière amorphe apparaissant entre eux se segmente autour de chacun d'eux comme centre, dès qu'elle les a écartés dans une étendue de quelques centièmes de millimètre

et qui varie d'une partie à l'autre de l'économie. D'une région à l'autre aussi ces matières amorphes peuvent rester ainsi entre les noyaux sans se segmenter pendant un temps plus ou moins long, jusqu'à ce que surviennent certaines conditions d'écartement et d'augmentation de volume des noyaux, qui déterminent sa segmentation et son individualisation en cellules.

Enfin chez l'adulte comme chez l'embryon les cellules individualisées par segmentation, et même les noyaux et certaines cellules nés par genèse, se segmentent également lorsqu'ils ont atteint un certain degré de développement.

Il est des cellules qui produisent des gemmes dans ces conditions, mais chez certaines espèces végétales et animales seulement. Souvent cette segmentation ou cette gemmation marquent le terme de ce développement.

La propriété de se segmenter et de produire des gemmes étant inhérente à ces diverses formes de la substance organisée, dès qu'une fois nées elles sont arrivées à telle ou telle période d'évolution, il n'y a pas lieu de signaler ici d'autres conditions de la manifestation de ces propriétés que les conditions générales précédentes.

(*La suite au prochain numéro.*)

SUR LA PRODUCTION
DE
TUMEURS ÉPITHÉLIALES DANS LES NERFS

(PLANCHE IV).

Par M. V. CORNIL

Interne des hôpitaux de Paris.

Dans ce travail, nous avons omis à dessein de nous servir du mot de *cancer*. Il rappelle en effet à l'esprit de la plupart des lecteurs l'idée d'hétéromorphisme, c'est-à-dire d'un élément cellulaire distinct et toujours le même, n'existant pas à l'état normal.

Or, l'hétéromorphisme n'est plus défendu maintenant que par un petit nombre de ceux qui l'ont soutenu il y a quelques années; et nous établirons, dans un autre travail, conformément aux opinions de Bennett, Virchow et de M. Ch. Robin, que non-seulement la cellule dite cancéreuse a toujours des analogues dans l'état normal, mais aussi que son type est très-variable. D'un autre côté, nous nous trouvons en présence d'auteurs qui, conservant les dénominations anciennes de cancer (squirrhe, encéphaloïde), de cancroïde, de sarcome, etc., assignent à chacune de ces variétés des caractères histologiques bien tranchés et constants, ce qui est loin d'être toujours vrai. Aussi, convaincus que la classification de ces produits morbides n'est pas définitivement arrêtée, et réservant notre opinion sur ce point, particulièrement en ce qui touche la distinction entre le cancer et le cancroïde, nous n'avons voulu nous servir ici que des termes exprimant l'observation immédiate et incontestable du fait. Nous avons par conséquent adopté, suivant l'exemple de M. Robin, le mot de production nouvelle d'un tissu épithélial, comme indiquant le phénomène le plus général qui soit commun à toutes les tumeurs appelées cancer ou cancroïde (1).

J'attirerai aujourd'hui l'attention sur un point particulier de l'histoire de ces tumeurs généralement laissé dans l'ombre par la plupart des anatomo-pathologistes et des cliniciens, les altérations des nerfs.

A l'exception des lésions primitives de la rétine et du nerf optique, on trouve très-rarement mentionnées dans les livres d'anatomie pathologique, les altérations réputés cancéreuses des troncs nerveux : M. le professeur Cruveilhier a figuré dans son atlas (2) deux cas de névromes des nerfs médian et radial dont le tissu ressemblait à celui de l'encéphaloïde; il rapporte en outre le cas très-curieux et plus concluant d'une névralgie avec paralysie

(1) Placé comme interne pendant l'année 1863 dans le service des incurables à la Salpêtrière, où viennent mourir presque toutes les cancéreuses reçues dans les hôpitaux, j'ai pu recueillir un assez grand nombre de faits, que mon excellent maître M. Charcot a mis complétement à ma disposition avec une obligeance dont je ne saurais trop le remercier.

(2) *Atlas d'anatomie pathologique*, 35e livraison, pl. II.

hémifaciale survenue chez une femme atteinte de squirrhe mammaire. A l'autopsie, « les ramifications du nerf facial étaient comme noueuses, et pour ainsi dire enveloppées d'une gaîne cancéreuse. » M. Lebert a figuré aussi (1) un névrome cancéreux de la surface du nerf médian dans un cas de cancer du sein généralisé. Rokitanski (2), Forster (3), insistent peu sur ces lésions des nerfs. Rokitanski rapporte que Schræder van der Kolck a vu « des cellules de cancroïde » dans un tronc nerveux.

Neumann (4) rapporte un cas d'infiltration secondaire du nerf mentonnier dans un cancroïde de la lèvre inférieure. « Dans ce nerf, les faisceaux primitifs étaient envahis par les mêmes cellules que la lèvre ; on suivait facilement leur développement aux dépens des corpuscules de tissu conjonctif du périnèvre et du névrilème. »

La littérature médicale est pauvre sur ce sujet, et cependant les douleurs si intenses ressenties par les malades au siége de tumeurs de nature épithéliale et dans leur voisinage, parfois sur le trajet des nerfs, comme une douleur névralgique, appartiennent presque toujours, ainsi que le démontrent les autopsies, à une lésion matérielle des nerfs. Cette lésion porte primitivement sur le névrilème et le périnèvre des troncs nerveux ; les tubes nerveux ne sont atteints qu'en second lieu et partiellement. Sa nature, dans la catégorie de faits que nous rapportons aujourd'hui, est une production nouvelle d'épithélium et, dans un cas, de papilles vasculaires siégeant dans le périnèvre et le névrilème, avec dégénération granuleuse partielle des tubes nerveux. Dans une seconde catégorie de faits beaucoup plus nombreux, elle consiste dans une hypertrophie et hypergenèse du névrilème, semblable à celle que nous avons observée dans les nerfs des membres contractés à la suite d'hémiplégie ancienne (5).

(1) *Atlas d'anatomie pathol.*, t. I, 1861, pl. XLVI, fig. 13.

(2) *Lehrbuch der pathologischen Anatomie*, t. II, 1859, p. 501, 3e édition.

(3) *Handbuch der pathologischen Anatomie*, t. I, 1863, p. 645, 2e édition.

(4) *Centralzeitung der allg. Medicin.*, n° 46, et *Archiv für path. Anat.*, von Virchow, 1862.

(5) Voyez les *Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, janvier 1863, et les *Mémoires*, même année.

Nous n'avons pas observé de névrome primitif de nature épithéliale sur le trajet d'un nerf autre que celui de la deuxième paire, et, sans en contester la possibilité, nous n'en connaissons pas d'exemple probant. Ainsi le cas rapporté dans la *Gazette des hôpitaux* (1848, page 172), sous le titre de *Névrome cancéreux encéphaloïde du nerf tibial postérieur*, n'ayant pas été examiné au microscope, et n'ayant ni par son aspect à l'œil nu, ni par sa généralisation, de caractères certains, nous ne pouvons le faire entrer en ligne de compte.

Nos observations personnelles ont trait à un envahissement secondaire dont le mode offre trois variétés : 1° Le nerf est compris dans un tissu épithélial de nouvelle formation dont on ne peut l'énucléer par la dissection ; le névrilème qui sépare les faisceaux primitifs est lui-même transformé, et se confond à sa périphérie avec ce tissu. En faisant une coupe perpendiculaire à la longueur du nerf, on reconnaît des points blancs opaques, qui sont les coupes des faisceaux primitifs séparés par le périnèvre épaissi.

2° Le tronc nerveux, bien que compris dans une masse plus ou moins atteinte par l'envahissement épithélial, comme le muscle psoas dans les tumeurs utérines, ou les ganglions axillaires dans les tumeurs du sein, le nerf, dis-je, n'a pas contracté d'adhérence avec ce tissu. On peut le séparer très-facilement des parties voisines qui lui forment un canal induré, et l'on voit alors que son volume augmente en un ou plusieurs points de son trajet, d'une façon régulière, de manière à produire des névromes fusiformes ou sphériques, uniques ou multiples. Ces névromes sont généralement petits, et, lorsqu'on en fait une coupe perpendiculaire à la direction du nerf, on constate que l'augmentation de volume est due à l'épaississement du névrilème.

3° Dans la généralisation des produits morbides qu'amènent presque toujours les tumeurs dures, d'aspect squirrheux du sein, alors que de petites masses sphériques miliaires, marronnées, se rencontrent dans l'immense majorité des organes, nous avons trouvé dans deux autopsies de petites tumeurs analogues, isolées, englobant en plusieurs points les nerfs intercostaux. Ces névromes, développés aux dépens du tissu cellulaire sous-pleural

et du névrilème, étaient petits, arrondis, et ne différaient de la variété précédente qu'en ce qu'ils se trouvaient isolés, limités par des tissus sains. Au lieu d'entourer circulairement les nerfs, les petites masses de nouvelle formation peuvent n'intéresser qu'une de leurs parties latérales.

Telles sont les trois variétés qu'offrent ces névromes dans leur forme. Quant à leur structure, nous n'en avons observé que deux variétés.

A. Premier fait. — Au commencement de l'année 1863, M. Charcot attirait notre attention sur l'acuité des douleurs ressenties par une femme de quarante-huit ans, atteinte depuis cinq ans d'*une affection dite cancéreuse de l'utérus* (1). Ces douleurs avaient débuté depuis sept mois par le gros orteil, le mollet, la cuisse et la région fessière, et avaient été suivies d'un œdème dur de tout le membre inférieur gauche. Au début, elles revenaient par accès assez forts pour arracher des cris à la malade. Il n'y avait alors ni analgésie ni anesthésie; la température du membre affecté était plus élevée que celle du membre sain. Au moment de notre examen, la malade était dans un état de cachexie très-avancé; le membre inférieur gauche était œdémateux; la peau tendue se laissait difficilement déprimer par le bout des doigts, et en gardait longtemps l'empreinte; la cuisse était fléchie sur le bassin, la jambe sur la cuisse à angle obtus, le pied était fortement étendu et les orteils fléchis sur le pied. Les ganglions inguinaux étaient tuméfiés des deux côtés, et douloureux seulement à gauche.

Ce qui frappait surtout, c'était la douleur dont la malade se plaignait chaque matin en pleurant, qui était continue avec des exacerbations, et que la pression augmentait. La peau avait conservé tous les modes de sensibilité, la température était la même des deux côtés, la motilité était conservée, bien que restreinte par l'obstacle matériel causé par l'œdème.

(1) Voyez *Bulletin de la Société de biologie*, février 1863, et *Gazette médicale*, p. 461, même année, où l'observation est relatée en détail sous le titre de *Cancroïde de la portion vaginale du col utérin et du vagin, altération consécutive de même nature des nerfs sciatique et crural du côté gauche*.

La malade fut montrée à MM. Guyon et Broca, qui se succédèrent comme chirurgiens à l'infirmerie, et qui hésitèrent à se prononcer sur la nature de l'affection du membre inférieur gauche.

L'*autopsie*, faite le 7 février, ne nous laissa aucun doute; en voici les détails :

Pelvi-péritonite purulente limitée à la partie supérieure par des adhérences entre l'S iliaque, le rectum et l'utérus.

En disséquant la peau de la cuisse gauche, on voit que le tissu cellulaire est infiltré de sérosité et de points purulents. Ces foyers purulents se trouvent surtout au voisinage des glandes inguinales, qui sont elles-mêmes grosses, dures et blanches sur une coupe. L'aponévrose crurale, mise à nu, laisse voir par transparence, sur toute la partie antérieure de la cuisse, une masse séro-purulente. La gaîne des vaisseaux et nerfs fémoraux est le siége principal du phlegmon; ils baignent au milieu du pus qui remonte en suivant le trajet de leur tissu cellulaire ambiant dans la fosse iliaque et au milieu du psoas jusqu'à ses attaches supérieures. Le nerf crural est ainsi isolé et disséqué par le pus dans toute son étendue; à sa partie supérieure, dans son trajet au milieu du psoas, *il présente un renflement fusiforme qui double son volume*. Cet accroissement de volume est très-manifeste, si on le compare à celui du côté opposé.

Le muscle psoas, à ce niveau, offre une dégénération de ses fibres musculaires qui forme des masses dures, blanches, opaques, d'où suinte un liquide caséeux. *Le nerf n'est réuni en aucun point avec le muscle.*

En faisant une coupe transversale du nerf au point malade, on voit qu'il *sort par la pression, sur la surface de section, des gouttelettes caséeuses de lacunes ayant environ* 1 *millimètre de diamètre.*

La veine crurale est oblitérée depuis son origine jusqu'à sa terminaison par un caillot brun adhérent à ses parois. L'artère est saine.

En décollant le péritoine qui tapisse à gauche le bassin, on voit que le tissu cellulaire en est infiltré et dur. *On enlève les nerfs sacrés et le lombo-sacré qui se trouvent entourés d'un*

tissu dégénéré auquel ils adhèrent. Ces nerfs offrent eux-mêmes la même altération que le crural. Le nerf sciatique gauche, dans une étendue de 2 centimètres environ, à partir de sa sortie du bassin, est également très-gros, dur et dégénéré.

Les altérations du tissu cellulaire, du psoas et des ganglions sont, dans la fosse iliaque droite, analogues, mais à un moindre degré que celles du côté gauche, et sans que les nerfs soient intéressés. Un assez grand nombre de ganglions lymphatiques sont gros, durs et blancs à la coupe ; quelques-uns sont réduits à une coque fibreuse qui renferme un liquide blanc, épais et caséeux. Ce liquide, aussi bien que celui qui suinte des tissus cellulaire et nerveux altérés, offre de grandes cellules épithéliales avec des noyaux assez volumineux, prismatiques on polyédriques (voyez fig. 2), et des corps granuleux de Gluge en grande quantité dans certains points. La moelle épinière était saine.

Le col utérin était détruit dans la portion vaginale, et se terminait par une ulcération couverte, ainsi que le vagin ulcéré, par de petites saillies rouges visibles à l'œil nu. Le tissu utérin présentait sur une coupe des alvéoles visibles à l'œil nu d'un demi à un et demi-millimètre de diamètre, remplies d'un liquide caséeux.

Ces cavités alvéolaires présentaient sur leurs parois des végétations arborescentes, formées par des vaisseaux, semblables à celles que nous allons bientôt décrire dans les nerfs.

Nous n'avons trouvé en aucun point de globes épidermiques.

Examen microscopique des nerfs. — On a tout d'abord examiné les nerfs atteints au-dessous de la lésion, et en disséquant les tubes, il a été facile de s'assurer qu'un grand nombre d'entre eux étaient granulés, en dégénération graisseuse, et couverts par des corpuscules granuleux. Une partie des tubes nerveux étaient en dégénération graisseuse sur toute la longueur du bout périphérique des nerfs atteints.

Puis nous avons fait durcir les nerfs dans l'acide chromique, et nous en avons fait des coupes minces perpendiculaires à la longueur. C'est une de ces coupes comprenant toute l'épaisseur du nerf que nous avons représentée, pl. IV, fig. 1, avec grossissement de

25 diamètres. Sur ce dessin, les îlots, généralement opaques, granulés et arrondis, représentés en F, F, sont la coupe des faisceaux primitifs de tubes nerveux. C'est la coupe horizontale de ces tubes qui donne l'aspect grenu qu'offrent ces îlots à un faible grossissement; les tractus fibreux, N, N, représentent le névrilème; dans le névrilème existent des cavités de nouvelle formation, C', C', qui sont remplies par des cellules qui se montrent à ce grossissement comme de fines granulations, et dont une partie, expulsée par le mode de préparation, a laissé au centre de la cavité un espace vide. Le périnèvre, normal en P, s'épaissit en CP, par la genèse, dans son intérieur, de cellules épithéliales; il résulte de cette formation des cavités beaucoup plus grandes, représentées en C et C'''. Les plus grandes de ces cavités ne pouvant, après la coupe, retenir les cellules qui y sont contenues, se montrent comme des espaces vides à leur centre. Presque toutes les grandes cavités, par exemple celle figurée en C''', présentent à leur surface interne des bourgeonnements arborescents A, fig. 1, à l'étude desquels sont consacrées les figures 2 et 3, et que nous verrons bientôt être constitués par des papilles vasculaires recouvertes d'épithélium. Ainsi, avec un grossissement de 25 diamètres, qui nous permet de bien étudier le siége de la lésion, on voit que le *produit épithélial nouveau est déposé dans le névrilème, plus souvent dans le périnèvre, où il s'est creusé des cavités entourant les faisceaux primitifs des nerfs, les comprimant parfois, et que les parois de ces cavités sont le point de départ de végétations papillaires saillantes dans leur intérieur.*

La figure 2 est la reproduction, à un grossissement de 120 diamètres, de la partie A de la figure 1. C'est par conséquent une portion d'une cavité limitée par le névrilème N qui montre ses corpuscules de tissu conjonctif K, et qui contient des cellules épithéliales Z. Ces cellules sont prismatiques ou polyédriques, allongées, à un ou plusieurs prolongements. Leur diamètre varie entre 0,0165 - 0,0265. Elles contiennent un ou plusieurs noyaux qui mesurent 0,0095 de longueur sur 0,0066 de largeur; les noyaux possèdent eux-mêmes un nucléole brillant. Les cellules sont agglutinées entre elles, et se détachent en O de la paroi de la

cavité, de façon à faire croire qu'elles possèdent une membrane limitante. Elles forment autour de la paroi *une ou plusieurs couches régulières dont les cellules se rapprochent de la forme cylindrique, tandis qu'au centre de l'alvéole elles sont polyédriques, moins cohérentes, et même en métamorphose granuleuse*, comme dans la forme de cancer décrite par Ernst Wagner (1). Elles offrent en M une apparence arborescente autour d'axes V, qui ne sont autre chose que des noyaux capillaires à extrémité renflée, représentés fig. 3.

On se rappelle que les nerfs altérés présentaient à l'œil nu, sur des coupes horizontales, des cavités d'où sortait par la pression un liquide épais. En prenant avec la pointe d'un scalpel ce liquide, on entraînait toujours avec lui des filaments grêles qui, examinés au microscope après les avoir isolés, donnaient le dessin représenté fig. 3 (165 diamètres). Ce sont des tubes minces, à double contour, mesurant 0,008 à 0,010 en diamètre, dont la paroi possédait des noyaux allongés ; quelques-uns d'entre eux avaient dans leur intérieur des globules sanguins ; en un mot, c'étaient des vaisseaux capillaires sur lesquels étaient implantées les cellules épithéliales. Chacun de ces vaisseaux se terminait par un bouquet de plusieurs anses ou d'extrémités en massue. Au niveau de leurs dilatations terminales, les noyaux de la membrane vasculaire étaient plus nombreux, et leur forme était sphérique au lieu d'être ovalaire.

Ainsi, en résumé, production de cellules épithéliales dans des cavités microscopiques creusées dans le tissu du col utérin, dans le périnèvre et le névrilème des nerfs sciatique et crural, avec formation de papilles vasculaires partant de la surface de ces cavités. Un assez grand nombre de tubes nerveux des nerfs atteints avaient subi la dégénération granuleuse dans le bout périphérique.

C'est le seul cas de ce genre que nous ayons observé, mais nous avons pu voir plus souvent la variété anatomique suivante :

B. Les faits qui se rangent dans cette seconde variété sont répartis ainsi qu'il suit :

(1) Ernst Wagner, in *Archiv der Heilkunde*, 1858, p. 306.

Dans trois observations de tumeurs d'aspect squirrheux du sein, avec œdème dur des bras, les *nerfs du plexus axillaire* et *des bras* étaient le siége de névromes de même nature dans les *trois cas*. Dans *deux* de ces autopsies, nous avons trouvé des névromes semblables, *multiples*, sur le trajet des *nerfs intercostaux*.

Dans un cas de tumeurs d'aspect encéphaloïde des *ganglions lymphatiques* du *mésentère* et de la région *iléo-inguinale*, le *nerf crural* était également dégénéré.

Enfin, dans un cas de tumeur épithéliale du *col utérin*, le *nerf sciatique* était intéressé.

Ces altérations sont résumées dans le tableau suivant :

Névromes de nature épithéliale multiples des nerfs du plexus axillaire	3 fois.
Idem des nerfs intercostaux	2
Dégénération épithéliale du nerf crural	1
Idem du nerf sciatique	1

De ces cinq faits, les trois premiers ont trait à des squirrhes de la mamelle, tumeurs qui, par leurs caractères physiques de densité, de dureté, de structure microscopique, aussi bien que par leur généralisation prompte et fatale à presque tous les tissus de l'économie, forment une classe bien nettement limitée. Les névromes de même nature, multiples et sur le trajet de plusieurs nerfs que nous avons observés dans ces trois autopsies, offrent également entre eux une grande similitude, et nous les choisissons pour type de notre description, après quoi nous indiquerons les caractères différentiels des deux autres faits.

Les nerfs atteints étaient, tantôt compris au milieu d'une masse considérable de tissus indurés (ganglions lymphatiques, tissu cellulaire, muscles, etc.), comme cela avait lieu dans l'aisselle, tantôt ils passaient au milieu d'une petite tumeur squirrheuse secondaire de la grosseur d'un petit pois à une fève, comme on le voyait pour les nerfs intercostaux.

Dans le premier cas, après avoir disséqué la région axillaire et brachiale, on mettait à nu les nerfs qui passaient là dans des

canaux formés par l'induration des tissus voisins. Les nerfs n'étaient pas adhérents à ces tissus, et l'on pouvait les isoler facilement avec le manche du scalpel. Mais à ce niveau, ils présentaient une augmentation de volume généralement régulière, fusiforme, ou plusieurs renflements; la longueur de ces névromes variait de 5 millimètres à 5 ou 8 centimètres; leur volume était le double ou le triple de celui du nerf sain. Un ou plusieurs des nerfs émanant du plexus axillaire pouvaient en être le siége.

Dans le second cas, la plèvre costale était parsemée de granulations et de dépôts squirrheux secondaires. Le tissu cellulaire sous-pleural en possédait aussi qui adhéraient à la surface des côtes. Les nerfs intercostaux passaient en plusieurs points au milieu de ces petites tumeurs, ou se trouvaient placés à leur partie latérale. En disséquant les nerfs, on voyait que leur surface était libre d'adhérences, et qu'au niveau du tissu dégénéré qui les avoisinait ils présentaient eux-mêmes un petit névrome.

Ces tumeurs des nerfs, quels que fussent leurs rapports avec les parties voisines, avaient toujours les mêmes caractères à l'œil nu et au microscope : leur surface était lisse, de couleur grisâtre, opaline; après en avoir fait une coupe transversale, on constatait la même coloration grise semi-transparente, et une dureté assez grande du tissu nouveau. Le névrilème seul paraissait atteint de cette dégénérescence, tantôt dans toute l'épaisseur du nerf, tantôt seulement dans sa partie périphérique. Les faisceaux primitifs de tubes nerveux, dissociés et écartés par cet épaississement du névrilème, conservaient leur coloration blanche habituelle. Par la pression ou par le raclage, on obtenait, sur la surface de section des parties dégénérées du névrilème, un liquide ténu, peu abondant, légèrement louche.

Ce liquide, *examiné au microscope*, montrait un grand nombre de *noyaux* et de *cellules*. *Les noyaux*, *ovalaires* ou *arrondis*, *à nucléole brillant*, *mesuraient de* 0^{mm},006 à 0,009; *les cellules étaient petites*, le plus souvent *rondes* ou *polyédriques à angles mousses*, *mesurant en moyenne de* 0,007 à 0,012. Un petit nombre seulement d'entre elles arrivaient à un diamètre de 0,016 (fig. 4).

En examinant des coupes minces de ces nerfs (ce qu'on pouvait faire à l'état frais, vu leur dureté squirrheuse), on s'assurait que les cellules du liquide obtenu par le raclage provenaient *de petites cavités* ou *alvéoles* (G, fig. 4) creusées au sein du tissu cellulaire du névrilème. Ces cavités alvéolaires, en contact les unes avec les autres, séparées seulement par des faisceaux peu épais de tissu conjonctif, contenant lui-même des noyaux de tissu conjonctif et des capillaires, étaient sphériques ou ovalaires, ou polyédriques. Leur plus grand diamètre mesurait de $0^{mm},030$ à 0,060, et leur plus petit diamètre pouvait descendre jusqu'à 0,016. *Ces alvéoles étaient remplies par des cellules* (Z', fig. 4) *et par des noyaux qui n'affectaient pas en général une disposition régulière par rapport aux parois de l'alvéole*. Ces cavités étaient si petites en certains points, qu'elles ne pouvaient contenir, sur la partie enlevée par la préparation, que deux ou trois cellules.

Cette structure des parties transformées du névrilème était exactement la même dans tous les névromes des trois observations de squirrhe du sein, et la même aussi que celle des autres tissus examinés (ganglions lymphatiques, tissu cellulaire, plèvre, péritoine, etc.). La petitesse des cellules et des alvéoles s'y montrait comme un caractère constant.

Si maintenant on compare cette structure à celle du premier fait dont nous avons donné la description, on sera frappé de leurs différences. Dans l'une se trouvent une grande quantité du liquide dit cancéreux, des cellules épithéliales volumineuses, prismatiques ou polyédriques, dont les couches externes se rapprochent de la forme cylindrique et sont perpendiculaires à la paroi. Elles sont contenues dans des cavités d'un demi à un et demi millimètre, sur la paroi desquelles végètent des papilles vasculaires. Dans l'autre on trouve très-peu de liquide cancéreux, des cellules arrondies très-petites, et plus souvent des noyaux, éléments renfermés dans des alvéoles qui mesurent dans leur plus grand diamètre moins de cinq centièmes de millimètre. C'est sur ces caractères microscopiques, aussi bien que sur les différences qu'on apercevait à l'œil nu, que nous nous sommes basé pour admettre

deux variétés de structure dans les névromes de nature épithéliale que nous avons observés jusqu'à présent. Mais nous n'ignorons pas l'objection qu'on peut nous faire, que les caractères tirés du suc dit cancéreux et du diamètre des alvéoles peuvent varier avec l'état de ramollissement et de répression dû à l'âge de la néoplasie. Ainsi nous avons observé le fait suivant, dont nous donnons le résumé succinct.

Deuxième fait. — Une femme de trente-sept ans présenta à l'autopsie une vaste ulcération à surface putrilagineuse, bourgeonnante, qui avait détruit le col utérin et intéressait le vagin. Le rectum et la vessie étaient perforés. Toute la partie droite de la cavité pelvienne était remplie par un tissu complétement transformé, qui présentait sur une coupe des *cavités visibles à l'œil nu*, d'où suintaient à la pression des gouttelettes d'un liquide épais, blanchâtre, caséeux. Les *branches afférentes du nerf sciatique* comprises dans ce tissu, montraient une altération analogue de leur névrilème. Dans la profondeur du *foie*, on trouva *deux tumeurs arrondies*, à surface de section blanche, *semi-transparente*, donnant un suc laiteux au raclage, et sur des coupes, ces tumeurs offraient des alvéoles pleines de cellules épithéliales; les *alvéoles mesuraient* $0^{mm},075$ dans leur plus grand diamètre.

On le voit, les parties de la tumeur les plus anciennes offrent, dans ce cas, des cavités visibles à l'œil nu et un liquide caséeux, tandis que les tumeurs secondaires récentes du foie ont des alvéoles très-petites et un liquide moins épais; mais les cellules de ces deux liquides, abstraction faite de celles transformées en granulations graisseuses, avaient le même type, tandis que les deux variétés de névromes épithéliaux que nous avons admises possèdent des cellules de type différent. En outre, nous donnerions une grande valeur à la petitesse des alvéoles alors même qu'elle ne serait qu'une expression positive de ce fait qu'un grand nombre de tumeurs secondaires de même âge ont envahi simultanément l'économie et ont amené la mort avant leur période de ramollissement et de régression.

Indépendamment des tumeurs primitives du sein et de l'utérus ayant amené des altérations secondaires des nerfs, nous avons

observé ces dernières sur les nerfs crural et sciatique du côté droit chez une femme atteinte de cancer rétro-péritonéal des ganglions lombaires, pelviens et inguinaux (1). L'altération était surtout manifeste sur les racines afférentes du nerf sciatique; chacune d'elles augmentait progressivement de volume jusqu'à atteindre la grosseur de la phalangette du petit doigt. La couleur de ces nerfs était blanche, et leur coupe donnait au raclage un suc laiteux. Sur la surface de section on voyait les faisceaux primitifs séparés par un tissu unissant très-épais. Ce tissu était composé d'alvéoles mesurant de $0^{mm},048$ à 0,066 en longueur, sur 0,026 à 0,033 en largeur. Les cellules, à un ou plusieurs noyaux, arrondies ou polyédriques, mesuraient de $0^{mm},006$ à 0,015.

Dans les observations précédentes, quelle que fût la nature de la lésion, lorsque le névrilème était transformé dans toute l'épaisseur du tronc nerveux, les *tubes nerveux* eux-mêmes avaient toujours subi plus ou moins *la même altération qu'on observe lorsqu'on les a coupés*, *la dégénération granuleuse de la substance médullaire*. Mais cette régression granulo-graisseuse, qui se manifestait dans quelques cas par des corpuscules granuleux de Gluge sur le trajet des tubes atrophiés, n'était jamais que partielle.

Cette conservation du plus grand nombre des tubes nerveux explique la symptomatologie propre à ces névromes qui se manifestent par la douleur et non par la paralysie. La douleur, s'irradiant plus ou moins régulièrement dans la direction du bout périphérique du nerf, très-vive, mais ne possédant pas de foyers qui en soient spécialement le siége, est le seul caractère de ces altérations des nerfs. Instruits par une autopsie de névrome des nerfs intercostaux, nous avons pu, M. Charcot et moi, diagnostiquer une lésion analogue chez une malade portant un squirrhe du sein, qui souffrait de névralgie intercostale. Pour les tumeurs utérines désignées sous le nom commun de *cancer*, toutes les fois qu'une femme avait pendant la vie souffert d'une façon continue et violente dans les cuisses, les jambes et la région fessière, nous

(1) Voyez *Bulletin de la Société de biologie*, séances de janvier 1863.

avons presque toujours trouvé après la mort, soit une néoplasie épithéliale, soit une hypertrophie et hypergenèse du tissu cellulaire du névrilème des nerfs sciatiques ou cruraux, généralement d'un seul côté. Quant aux autres altérations de la sensibilité et de la motilité, elles ne nous ont rien donné de positif. Ainsi la sensibilité au tact, à la température, à la douleur, était conservée; la motilité pouvait être affaiblie, surtout sur les membres œdémateux, mais elle n'était pas diminuée d'une façon notable par la seule lésion des nerfs. La température des membres était aussi sensiblement la même, lorsqu'on l'observait comparativement au membre sain et à celui qui était le siége des douleurs. Mais les malades avaient souvent des sensations subjectives de froid ou de chaleur brûlante.

En résumant les faits contenus dans les pages précédentes, nous voyons que, consécutivement à des tumeurs épithéliales, les nerfs sont assez fréquemment le siége de névromes de même nature, développés soit par contiguïté du tissu morbide, soit loin du lieu primitivement affecté.

La structure de ces névromes présente à considérer : 1° les lésions du névrilème et du périnèvre ; 2° celles des tubes nerveux.

Les lésions de l'enveloppe cellulaire des tubes que nous avons pu observer jusqu'à présent, sont de deux espèces : l'une constitue une tumeur dure, demi-transparente, donnant peu de suc à la pression, formée d'un tissu à alvéoles très-serrées, contenant elles-mêmes de petites cellules arrondies ou des noyaux ; l'autre consiste dans des névromes moins durs, donnant sur une coupe un liquide épais et abondant, qui sort d'alvéoles visibles à l'œil nu, possédant sur leur surface interne des papilles vasculaires. Les cellules épithéliales sont, dans cette espèce, volumineuses, aplaties, prismatiques ou polyédriques, à plusieurs prolongements.

Les tubes nerveux sont altérés partiellement ; dans le petit nombre de ceux qui sont malades, la substance médullaire est granuleuse et se transforme en molécules graisseuses parfois réunies en amas granuleux.

Cette altération des tubes nerveux, qui se propage dans tout le bout périphérique, détermine la production de douleurs très-vives continues avec des exacerbations qui sont dans certaines tumeurs utérines le caractère symptomatique dominant.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE IV.

Fig. 1. — *Coupe d'un nerf crural* (grossissement de 25 diamètres). — N N, névrilème ; P, périnèvre ; F, F, F, faisceaux primitifs des tubes nerveux dont la coupe donne une apparence granuleuse ; C P, cavité pleine de cellules épithéliales développée dans le périnèvre ; CC, les mêmes cavités plus considérables ; une de ces cavités énorme, et sur la paroi de laquelle on voit en A des rameaux papillaires arborescents ; *b*, cavités creusées dans le névrilème.

Fig. 2. — Elle représente la portion A de la figure 1 à un grossissement de 120 diamètres : N, névrilème avec ses corpuscules de tissu lamineux K ; Z, cellules épithéliales. En Z', la masse formée par la cohésion de ces cellules se sépare de la paroi de la cavité qui les contient de façon à laisser, en O, un espace entre elles et cette paroi ; V, V, vaisseaux qui sont le centre autour duquel sont rangées les cellules épithéliales ; M, deux papilles constituées par les vaisseaux recouverts de cellules.

Fig. 3. — Elle représente, à un grossissement de 165 diamètres, les vaisseaux précédents et leurs terminaisons : R, vaisseaux capillaires avec leur paroi à double contour et leurs noyaux ; E, leurs terminaisons en anse ou en extrémité renflée en massue ; N V, noyaux qui se trouvent dans la membrane des renflements terminaux.

Fig. 4. — Elle représente, à un grossissement de 220 diamètres, une coupe du névrilème dans la variété de névrome dur : G, G, alvéoles très-petits généralement remplis par des cellules et des noyaux ; Z', cellule ; N, noyau ; K', corpuscules de tissu lamineux situés dans le stroma fibreux des alvéoles.

RECHERCHES

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

CHEZ L'HOMME, LES MAMMIFÈRES ET LES OISEAUX

Par J. LOCKHART CLARKE.

(*Researches on the development of the spinal cord in man, Mammalia and Birds*, in *Philosophical transaction*, London, 1862, in-4, part. II, pages 911 à 938, planches 45, 46, 47 et 48.)

EXTRAIT

PAR M. LE Dr ZAMBACO

Ancien chef de clinique de la Faculté de médecine de Paris, etc.

(Pl. V et VI.)

Il nous sera impossible de relater ici tous les détails minutieux que contient ce mémoire, bien que, jugés au point de vue de leur importance, aucun d'eux ne devrait être passé sous silence. Forcé de nous limiter à une simple analyse, nous condenserons les principaux faits auxquels se trouve conduit le consciencieux et persévérant auteur dont nous examinons en ce moment le travail.

Pour établir nettement ce qui lui appartient en propre, comme résultant de ses investigations personnelles, et afin qu'on ne l'accuse pas d'avoir reproduit ce qui a été vu avant lui par ceux qui se sont déjà occupés de la question, l'auteur résume d'abord, en quelques propositions, les résultats des observations commencées par Bidder et Kuppfer, et poursuivies plus tard par Kölliker, etc.

Selon Kölliker :

1° Après la clôture des lames dorsales, la moelle consiste d'abord en un canal dont les parois sont composées de cellules uniformes disposées en rayons.

2° Plus tard, chacune de ces parois, formée de cellules, se divise en deux couches, dont l'externe forme la substance grise, tandis que l'interne apparaît comme la doublure du canal central.

3° La substance blanche apparaît après la substance grise, dont les cellules la fournissent, sans doute, comme une couche externe ou enveloppante. Les cordons blancs sont au nombre de quatre, deux de chaque côté, auxquels il faut ajouter une commissure blanche. Il n'y a pas de cordons latéraux, car

ceux qui portent ce nom sont formés plus tard comme une extension des colonnes antérieures.

M. Clarke a fait ses observations sur les embryons de la poule, du mouton, du porc, du bœuf et de l'homme. Afin que d'autres observateurs, désireux ou à même de vérifier ses propres recherches, n'arrivent pas à des résultats dissemblables, l'auteur a soin d'indiquer quelles sont les préparations qu'il a fait subir aux pièces, et quels sont les réactifs dont il s'est servi. Ainsi, lorsqu'il s'agissait de jeunes embryons, il les plongeait, tels quels, d'abord dans une faible solution de bichromate de potasse, puis dans une solution également étendue d'acide chromique. Mais lorsqu'il avait affaire à des embryons âgés, la moelle épinière était mise à nu préalablement à leur macération dans les liquides susmentionnés.

Tout le mémoire se compose d'une explication par lettres de renvois des dessins de l'auteur. On regrette qu'il n'ait pas cherché à résumer en quelques pages la partie purement descriptive, j'allais dire géographique, du mémoire, sous forme de description dogmatique ou de propositions naturellement déduites de ses études anatomiques. Que résulte-t-il, en effet, de cette omission commise par quelques auteurs? C'est que le lecteur est nécessairement obligé, après avoir lu et médité tous les dessins expliqués dont la simple réunion constitue le mémoire, de se livrer à un travail de synthèse, dont on aurait pu lui faire grâce, et d'autant plus qu'il est nécessairement moins préparé à l'accomplir que celui qui a eu les objets même sous les yeux, à nombreuses reprises.

La première figure (pl. V) représente une coupe transversale de la colonne vertébrale et de la moelle épinière à la partie supérieure du renflement lombaire chez un fœtus de mouton ayant 9 lignes anglaises de longueur. La section de la moelle épinière a la forme d'un ovoïde à grand axe antéro-postérieur. L'aire de cet ovoïde est occupée presque en entier par de la substance grise. Le canal central n'est qu'une simple fente s'étendant, à ses deux extrémités, jusqu'à la surface même de la substance grise. Autour de cette fissure se trouve, dit l'auteur, une couche un peu foncée qui forme en avant une projection semi-lunaire au-dessus du reste de la substance grise. Cette projection est couverte extérieurement par le rudiment de la commissure antérieure *a*. Cette couche foncée n'est pas encore couverte en arrière par les cordons blancs de la moelle. Elle se joint, dans ce dernier sens, à celle du côté opposé par un petit pont de substance de la même espèce. Examinée à un fort grossissement, cette couche s'est trouvée être constituée par des noyaux (1) très-serrés les uns contre les autres, et unis ensemble par un réseau de courtes fibres (2). Bien qu'inégaux entre eux, ces noyaux avaient en moyenne le diamètre des globules sanguins. Ils étaient ronds,

(1) Noyaux qui sont les centres de génération d'autant de cellules nerveuses multipolaires. (*Note de la rédaction*).

(2) Cylindres-axes. (*Note de la rédaction.*)

ovales, pyriformes ou anguleux, entremêlés sans ordre ni régularité. Bien que formant un réseau irrégulier, les fibres avaient de la tendance à s'irradier du bord interne de la couche vers le reste de la substance grise. Un prolongement obscur et incurvé (*b*), formant la limite latérale de la substance grise, s'étend en dehors et se termine à une masse arrondie et imparfaitement définie (*b'*), à égale distance des extrémités antérieure et postérieure de la section. Cependant cette masse se continue sans aucune interruption aussi bien avec le bord externe de la couche entourant le canal, qu'avec la substance grise antérieure, par l'intermédiaire d'une portion pâle de la même matière. La surface de cette masse et la face concave du prolongement qui unissait cette dernière à l'extrémité postérieure de la section, étaient toutes deux chargées des rudiments du cordon blanc postérieur *i*. La section de ce cordon avait une forme ovale. Ces deux tiers antérieurs étaient seuls couverts par la substance grise postérieure ; l'autre tiers n'était couvert que par les rudiments des téguments. A l'aide d'un grossissement suffisant (1), on voyait clairement que *le réseau des fibres situées entre les noyaux étroitement agrégés se continuait directement, à la surface de la substance grise, avec les fibres du cordon blanc*.

La figure 2 représente la jonction de la substance blanche postérieure à la substance grise de la même région. *a* est le côté interne du cordon blanc, et *b* la substance grise, constituée de noyaux et d'un réseau de fibres qui se continuent avec celles de *a* (1). Par l'intermédiaire de ce même réseau, les noyaux étaient en connexion avec quelques fibres des racines nerveuses postérieures (*d* de la précédente figure), qui marchent obliquement en dehors et en arrière, et font leur sortie au bord antérieur du cordon postérieur pour entrer dans le ganglion intervertébral *e*.

La substance grise antérieure (fig. 1, *f*) est d'une forme tant soit peu triangulaire, ayant un angle dirigé en arrière et deux en avant. L'angle postérieur, faisant un peu saillie dans la partie latérale du cordon antéro-latéral, était constitué par un groupe distinct et foncé de noyaux, et se trouvait séparé de la substance grise postérieure *b'* par une partie très-pâle, composée surtout de fibres longitudinales et radiées, qui formaient les rudiments du cordon latéral. L'angle extérieur, plus obtus, pareil à un angle droit arrondi, consistait aussi en un groupe distinct et obscur, mais plus grand, de noyaux. C'est de ces noyaux que le plus grand nombre des racines nerveuses antérieures *g* tire son origine, après quoi elles se dirigent en avant et en dehors pour joindre les racines postérieures qui s'échappent, d'après la même direction, du ganglion intervertébral. La masse triangulaire se continue à son côté interne, pareillement à la substance grise postérieure, avec la couche entourant le canal central, à l'aide d'un réseau pourvu de noyaux de la même espèce.

Toute la substance grise postérieure offrait la même structure, mais la disposition des noyaux (1), entremêlés de granules et unis par un réseau

(1) Voyez les deux notes ci-dessus.

lâche et irrégulier, donnait un aspect *spongieux* aux groupes susmentionnés.

Les cordons blancs antéro-latéraux (*h*) sont très-petits par rapport à la substance grise. En arrière, à l'endroit où ils s'unissent aux cordons postérieurs, ils se réduisent à une simple frange s'enfonçant dans la dépression située entre la substance grise antérieure et la postérieure, desquelles substances ils se développent comme les rudiments du cordon latéral. Jusqu'à présent la fissure médiane antérieure n'existe pas, mais des fibres procédant des racines antérieures se croisent entre elles, en avant de la couche épithéliale qui entoure le canal central de la moelle. Ces fibres transverses sont les rudiments de la *commissure antérieure*. Une certaine quantité de tissu lâche entoure les cordons blancs et le ganglion intervertébral. Ce tissu forme en avant une couche épaisse (*i*) unissant la moelle au corps de la vertèbre (*jj*). Il consiste en un réseau pourvu de noyaux et dont les mailles se dirigent transversalement. Les noyaux de ce tissu sont beaucoup moins nombreux que ceux de la substance grise de la moelle, et les fibres plus épaisses se continuent à la surface de la commissure antérieure, directement avec des fibres pareilles qui s'irradient vers l'épithélium (*a*) entourant la partie antérieure du canal. Le corps de la vertèbre est également formé de noyaux, mais très-serrés les uns contre les autres. Ceux qui sont placés près du centre diffèrent un peu de forme. Au centre même il y a une tache circulaire (*k*), entourée d'une paroi épaisse, ressemblant à la paroi d'une cellule cartilagineuse, et renfermant des noyaux ronds, ovales, pyriformes ou irréguliers, plus grands et plus granuleux que ceux qui les entourent. C'étaient là les vestiges de la *corde dorsale*. La moelle épinière et la colonne vertébrale du mouton, à cette période de développement, ont une grande ressemblance avec celles du poulet au cinquième jour de l'incubation. Cependant chez ce dernier, les différentes parties de la substance grise sont plus distinctement marquées, et les divers noyaux qui entrent dans sa composition sont plus petits que chez le fœtus du mouton.

D'après ce qui précède, il y a toute raison de croire que les fibres des cordons blancs naissent de la substance grise, comme des prolongements du réseau qui relie les noyaux. En poursuivant les phases d'évolution des diverses parties constituant la moelle, M. Clarke arrive à l'examen d'un fœtus de mouton mesurant 2 pouces anglais de largeur. Les parties déjà observées sur la section précédente sont ici modifiées ; de nouvelles sont venues s'y ajouter ; enfin les éléments de la substance grise ont subi eux-mêmes des modifications.

La figure 3 nous montre de la manière la plus nette en quoi ont consisté les changements déterminés par les progrès du développement. C'est encore là une section transversale de la partie supérieure du renflement lombaire (à un grossissement de 60 diamètres). En voyant cette figure on s'aperçoit tout de suite que chaque moitié latérale de la moelle est façonnée en cornes antérieure et postérieure très-distinctes (*f* et *l*), séparées de celles du côté opposé par une fissure médiane antérieure (*m*), et par une fissure posté-

rieure (*n*). Ces deux fissures sont de nouvelle apparition. De plus, la moitié antérieure de la fente centrale s'est dilatée en un canal ovale (*o*). En outre, de chaque côté de la fissure médiane postérieure se sont développées deux portions nouvelles des cordons blancs postérieurs (*p*). Considérons maintenant la marche du développement à l'aide duquel ces changements se sont graduellement effectués.

Les cornes antérieures se sont formées par un accroissement de la substance grise en avant et en dedans. Les cordons blancs antérieurs (*h*, *h'*) continuent à s'étendre dans la même direction, autour des extrémités croissantes des cornes, jusqu'à ce qu'il ne reste entre leurs bords internes qu'un espace étroit ou *fissure*, située en avant de la commissure qui s'avance sous forme de *prolongement conique*.

Pendant que ces changements ont lieu dans la partie antérieure de la moelle, la substance grise postérieure s'étend obliquement en dehors et en arrière (*l*, *b*) ; tandis que son angle antérieur (*b*) s'éloigne de l'angle postérieur de la corne antérieure (*f'*), dont il est séparé par une plus large et profonde dentelure remplie par le cordon latéral (*h'*). Ce cordon latéral diffère du reste de la substance blanche en ce qu'il est subdivisé intérieurement en un plus grand nombre de fascicules de forme variable, séparés par des fibres radiées, procédant de la substance grise située entre les cornes, et de l'épithélium qui entoure le canal. Cependant une radiation de fibres, moins étendue il est vrai, a lieu de toute la circonférence de la substance grise.

L'accroissement de la substance grise postérieure en arrière et en dehors laisse, vers la ligne médiane, un espace anguleux (*n*), où il se développe, de chaque côté, deux nouveaux cordons pyramidaux de fibres longitudinales (*p*, *p'*) qui augmentent aussi progressivement d'épaisseur. La colonne externe, qui est la plus grande (*p*), se confond avec la portion externe (*c*) du cordon postérieur déjà développé, tandis que l'interne (*p'*) est en général plus visible et distincte dans les régions dorsale et cervicale que dans la région lombaire. L'ouverture de la fente située entre les colonnes additionnelles constitue la fissure médiane postérieure qui est actuellement occupée par les vaisseaux sanguins et par la pie-mère qui est en connexion avec des fibres qui rayonnent vers elle de la couche épithéliale centrale.

Ainsi l'on voit que la substance grise postérieure s'accroît et se développe dans un sens précisément opposé à celui suivi par la substance grise antérieure. Les changements qui surviennent dans la première de ces substances et la production consécutive des cordons nouveaux ressemblent en partie à ce qui se passe dans la partie supérieure de la moelle pendant sa transition et son développement dans la moelle allongée. Pendant ces changements, le canal se retire de plus en plus en arrière jusqu'à ce qu'il s'ouvre à la surface sous forme de quatre ventricules. Les cornes postérieures divergent aussi en proportion, tandis que la pyramide postérieure se développe de chaque côté de la ligne médiane. Quant à l'intérieur de la substance grise, on y constate aussi des changements plus ou moins importants : la couche qui entoure la

fissure centrale a perdu ses contours. Elle est devenue très-diffuse. La partie voisine de la ligne médiane affectait avant cette époque la forme d'une massue à grosse extrémité postérieure. Cette forme est perdue, car elle s'est mêlée, à son côté externe, avec le reste de la substance grise, tandis que son bord interne a formé la couche épithéliale (*s*) qui entoure le canal central. Les noyaux de cet *épithélium* sont moins serrés que ceux de la substance grise ; et les fibres qui rayonnent du bord du canal, à travers les espaces intermédiaires, sont plus épaisses, plus allongées et plus subdivisées. De ces noyaux, les uns sont plus grands, les autres sont plus allongés ou fusiformes, ayant leur grand diamètre dirigé vers l'axe du canal. Cette couche se continue directement avec la corne antérieure. Ses fibres s'irradient en arrière et en dehors dans les cornes postérieures, et entre ces dernières, directement en arrière, dans la fissure médiane postérieure. En avant du canal, l'épithélium forme une couche plus épaisse et plus distincte, contenant plus de noyaux fusiformes, qui se terminent par une fibre à chacune de leurs extrémités. Les fibres, ou prolongements de ces noyaux (1), situées en avant, convergent, à travers la commissure antérieure et sous forme d'un réseau unique, dans la fissure médiane antérieure, pour s'y continuer directement avec les fibres de la pie-mère et ce tissu connectif qui enveloppe de nombreux vaisseaux sanguins dérivés de la circonférence de la moelle.

Quant aux modifications éprouvées par les noyaux, on observe ce qui suit : de lisses et unis qu'ils étaient à une période antérieure du développement, sans aucune trace de contenu granuleux, ni de membrane distincte enveloppante, ils sont devenus granuleux, plus distinctement circonscrits par des parois bien définies ; ils sont aussi situés à de plus grandes distances les uns des autres. De plus, les noyaux de la substance grise antérieure ont augmenté de diamètre : leur grandeur moyenne était deux fois plus grande que celle des noyaux de la substance grise postérieure. Or, leur diamètre était aussi le double comparé à celui des noyaux de la section précédente, appartenant à un embryon plus jeune (ayant un pouce de longueur). Le tissu qui supporte ces noyaux conserve encore une structure réticulaire ; mais bien que plus lâche, ce tissu forme, dans la partie centrale de la corne, un réseau spongieux de fibres plus grosses, plus ou moins granuleuses, se reliant aux noyaux par des agrégations irrégulières de granules. Dans les parties antéro-latérales de la corne antérieure se trouvent de grandes cellules nerveuses, de forme et de grandeur variables, séparées parfois par des espaces anguleux qui contiennent chacun un nucléus incrusté de granules. Ce nucléus se trouve placé au centre, ou bien près du centre, et parfois même près de la paroi. Les granules contenus dans la cellule recouvrent généralement le noyau ou nucléus qu'ils attachent aux parois de la cellule. Il peut arriver que la cellule tout

(1) Voyez les deux notes ci-dessus concernant ce que représentent ces noyaux et ces prolongements qui sont des cylindres-axes anastomotiques ou d'origine. (*Note de la rédaction.*)

entière soit remplie de ces granulations, tandis que dans d'autres cas celles-ci n'en occupent qu'une partie. Sous l'influence de l'acide chromique les masses granuleuses affectent des dispositions stellaires.

Après avoir ainsi décrit, avec tous les soins que commande l'importance du sujet, la formation des cordons blancs de la moelle et les éléments anatomiques qui entrent dans la composition de ses diverses parties, à cette époque du développement, M. Clarke procède à la description des racines nerveuses antérieures et postérieures. La figure 4 est d'une telle netteté qu'il suffit d'y porter les yeux pour saisir immédiatement quel est le lieu de naissance des différentes fibres nerveuses, quel est leur trajet, soit dans l'intérieur de la substance grise, soit après qu'elles s'en sont échappées, c'est-à-dire lorsque, par leur concentration sous forme de faisceaux, ces fibres constituent les racines antérieure et postérieure des nerfs rachidiens.

Ainsi, en examinant cette figure (voy. pl. VI, fig. 4), on voit que les racines des nerfs peuvent être très-distinctement suivies dans la substance grise, que les racines antérieures sont attachées au cordon antérieur qu'elles traversent de dehors en dedans pour arriver dans la corne antérieure. Une fois qu'elles y sont parvenues, ces fibres commencent à diverger et se croisent entre elles en divers sens. Plusieurs d'entre elles se dirigent en arrière, le long de la partie latérale de la corne ; d'autres se portent au cordon latéral, tandis que le reste atteint un groupe triangulaire de noyaux, situé en dedans de l'angle postérieur de cette corne. Une autre série de ces fibres se portent directement en arrière, après avoir traversé le centre de la substance grise, où elles rencontrent le réseau général. Enfin, les fibres les plus voisines de la ligne médiane se recourbent en dedans, et forment une décussation en avant du canal, avec leurs correspondantes du côté opposé. Quelques-unes de ces dernières fibres contournent le canal central de la moelle.

Les racines postérieures n'ont point de connexion immédiate avec les cordons latéraux, et sont attachées uniquement au cordon postérieur, qu'elles traversent en arrière et en dedans pour atteindre la substance grise. Plusieurs d'entre elles, en pénétrant dans cette substance, se subdivisent, deviennent plus fines, et contribuent ainsi à former le réseau qui relie les noyaux (voy. pl. V, fig. 5).

Des sections pareilles aux précédentes, pratiquées également à la même hauteur de la moelle épinière (renflement lombaire) chez des fœtus plus âgés, par exemple sur un fœtus de mouton de 12 centimètres et sur un fœtus de bœuf de 15 centimètres, laissent voir que presque la moitié de la substance grise postérieure est encore constituée par une couche foncée de noyaux serrés qui ne diffèrent que fort peu, en volume et dans leur apparence générale, de ceux étudiés dans la section précédente. Cette couche foncée forme la tête de la corne postérieure et se trouve couverte, près de son bord externe, par des fibres *décussatrices* de cordon blanc. A l'endroit où la substance grise antérieure se mêle à la substance grise postérieure, les noyaux deviennent plus grands, tandis que leur réseau devient plus grossier

et plus lâche. En avant, les mailles de ce réseau ont de la tendance à s'allonger dans le sens antéro-postérieur. Plusieurs noyaux s'allongent aussi dans la même direction, et s'effilent en masses granuleuses. Toutes ces dispositions sont surtout apparentes dans le voisinage de la ligne médiane. Ainsi les cellules de la corne antérieure sont plus grandes; elles sont globuleuses et se trouvent souvent en contact réel entre elles. Les noyaux eux-mêmes sont parfois plus grands, et contiennent un ou deux nucléoles. On peut voir, dit l'auteur, que les racines nerveuses antérieures se continuent avec le réseau général de cette couche.

A mesure que le développement du fœtus s'avance, des changements ultérieurs s'observent dans la substance grise. Ils sont surtout limités à sa partie moyenne et à sa partie postérieure. Ainsi chez les fœtus de 18, 21 et 24 centimètres, les noyaux de la tête de la corne postérieure sont moins nombreux, séparés par de plus grands intervalles, et parfois plus volumineux; le réseau qui les relie est aussi plus gros. Au milieu de la substance grise se trouvent des cellules fusiformes dirigées d'arrière en avant. Elles sont onduleuses ou parfaitement rectilignes, ayant des processus très-allongés. Parfois des cellules se recourbent en forme de croissant, ou bien elles ont la forme d'un triangle. Dans beaucoup de ces cellules, les noyaux sont à peine visibles. Quant aux grandes cellules décrites plus haut chez les fœtus plus jeunes, et situées à la partie antérieure de la substance grise, elles conservent presque tout à fait l'apparence que nous leur avons vue.

En ce qui concerne les changements qui surviennent dans la structure de la moelle à la période voisine de la naissance, je dois borner mes remarques, dit M. Clarke, principalement aux points qui se rapportent au développement de ses éléments constitutifs. Pendant ces changements successifs, la *substance gélatineuse* devient de plus en plus visible, comme une *lamelle* distincte autour de l'extrémité de la tête de la corne de substance grise. Le long de sa marge, les cellules nerveuses spéciales, que l'on observe chez l'adulte, se développent graduellement de la même manière que les cellules déjà décrites dans le milieu de la substance grise, tandis que leurs fibres arciformes, transversales, obliques et longitudinales se multiplient. Avec le développement de la substance gélatineuse coïncident les phénomènes suivants : les noyaux de la partie obscure et interne de la tête de la corne deviennent moins nombreux, tandis que toutes les fibres, radiées, longitudinales ou obliques, qui se continuent avec les racines nerveuses, augmentent en nombre et suivent un trajet moins défini.

L'auteur finit ses remarques sur le développement de la moelle épinière chez l'homme et les mammifères par quelques observations sur ses fibres nerveuses. Il est très-difficile, dit-il, de voir, d'une manière satisfaisante, les fibres nerveuses isolées sur un très-jeune fœtus, et de découvrir de quelle manière commence leur formation. D'après ce que j'ai observé moi-même, poursuit-il plus loin, ces *fibres ne se développent pas par des cellules à noyaux*, mais plutôt par l'extension de la *substance granuleuse entourante des noyaux*

ronds et ovales. Cependant il s'empresse d'ajouter immédiatement qu'il lui est impossible de rien affirmer à cet égard, et qu'il appartient aux investigations ultérieures d'établir si ce fait est réellement exact. Ce qui le porte à supposer que c'est là probablement le mode d'origine des fibres nerveuses, c'est que dans les premières périodes du développement, sur les fœtus (de l'homme ou du mouton) de 3 à 6 centimètres de long, les fibres, à l'état frais, sont en faisceaux très-délicats, granulés et pourvus de noyaux, sans aucune apparence de contours ou de bords qui les limitent. Mais les noyaux sont loin d'être nombreux soit dans les nerfs, soit dans les cordons blancs de la moelle. Ainsi dans la figure 4, pl. VI, qui représente une section de la moelle et de la colonne vertébrale chez un fœtus humain de neuf semaines environ, au niveau du renflement cervical (grossissement de 50 diamètres), on voit à peu près le nombre exact des noyaux épars dans l'épaisseur des cordons blancs du côté gauche. Cependant à mesure que l'embryon grandit, le nombre des noyaux augmente considérablement, tandis que les fibres auxquelles ils appartiennent acquièrent un contour plus nettement défini (voy. fig. 5, pl. V). Puis, à mesure que le moment de la naissance approche, le nombre de ces noyaux se réduit de nouveau. Cependant dans la moelle épinière de l'adulte même, ces noyaux sont épars dans les intervalles des fibres de tous les cordons blancs. Ces noyaux sont, quant à leur structure, tout à fait pareils aux noyaux d'épithélium du fœtus et n'en diffèrent qu'en ce que leur diamètre est moindre.

En ce qui regarde le développement de la moelle chez les oiseaux, l'auteur insiste sur quelques particularités dont il est utile de signaler les plus importantes.

La plupart des cellules qui entrent dans la composition de la corne antérieure diffèrent, par leur forme et par le mode de leur formation, de celles que l'on trouve dans les parties correspondantes de l'homme et des mammifères.

En effet, le plus grand nombre de ces cellules sont, chez les oiseaux, fusiformes et se dirigent d'avant en arrière en se continuant avec les fibres antéro-postérieures qui atteignent la corne postérieure. Les cellules ne sont pas formées dans de grands espaces ronds ou ovales, mais elles croissent côte à côte, en apposition serrée, par l'extension de la substance provenant des extrémités de leurs noyaux, et selon toute apparence d'après le même mode que les cellules de la partie centrale de la substance grise des mammifères. Outre leurs prolongements antéro-postérieurs, ces cellules en envoient d'autres soit en dehors, soit en dedans. Une section de la moelle du poulet à la partie supérieure du renflement sacré, au neuvième jour de l'incubation, montre que la partie interne des cordons postérieurs se trouve remplacée par une masse de tissu connectif ayant la forme d'une cloche. Ce tissu connectif est constitué par un réseau lâche de fibres reliées avec les noyaux et se continuant directement avec le tissu connectif de la partie interne du cordon blanc postérieur et avec le réseau de la tête de la corne (*cervix cornu*).

Arrivons maintenant au développement des *ganglions intervertébraux*. On voit dans la figure 4 qui nous a déjà servi pour étudier l'origine et le trajet des racines des nerfs rachidiens, une section transversale de ce ganglion. Ce qui frappe de prime abord, lorsqu'on examine cette figure, c'est que le ganglion est aussi grand qu'une moitié de la substance grise de la moelle. Une gaîne fibreuse enveloppe ce ganglion. Celle-ci se prolonge sur les racines nerveuses et se continue avec le tissu connectif environnant ainsi qu'avec le tissu qui constitue les lames vertébrales. Ce ganglion est formé par une masse de noyaux reliés ensemble par un réseau de fibres que l'on voit avec la plus grande netteté sous le microscope. Ces fibres s'anastomosent d'une part avec les racines nerveuses qui pénètrent ce ganglion, et d'autre part avec le réseau du tissu connectif. Les noyaux et les cellules avaient, dans les pièces examinées par M. Clarke, le même volume que ceux qui entrent dans la composition de la substance grise de la moelle. De même que ceux de cette dernière substance, à cette période de développement (fœtus humain de neuf semaines), ces cellules et ces noyaux avaient une apparence lisse, sans aucune trace de contenu granuleux, ni de membranes enveloppantes distinctes.

A mesure que le développement fait des progrès, les ganglions augmentent de volume ; les cellules revêtissent une structure granuleuse, bien qu'on n'en puisse encore distinguer les noyaux. Mais bientôt après, ces noyaux contenus dans les cellules grandissent; ils sont bien définis, ronds ou ovales, et contiennent un, deux, et dans quelques cas trois nucléoles granuleux, entourés par de nombreux granules. Les cellules qui les contenaient dans les pièces examinées par M. Clarke, étaient parfaitement pyriformes, ou bien en forme de godet. Le noyau occupait leur grosse extrémité, tandis que leurs extrémités minces se terminaient en pointes se dirigeant en divers sens. Parfois plusieurs d'entre elles sont placées côte à côte et se continuent, par leurs extrémités minces, avec une série correspondante de branches d'une fibre nerveuse. Les espaces situés entre ces cellules logent de petits noyaux anguleux, ovales ou allongés. Un examen attentif permet parfois de constater que les fibres nerveuses qui traversent le ganglion, se continuent avec les prolongements de ses cellules. Lorsqu'il a séparé les cellules les unes des autres, un grand nombre d'entre elles paraissaient avoir à peine une enveloppe distincte. Mais elles étaient couvertes par une couche hérissée de fibres délicates qui devaient les relier ensemble lorsqu'elles se trouvaient dans leur position naturelle. Cette enveloppe paraissait ainsi être une extension de la surface des fibres avec lesquelles les cellules se continuaient. Parfois l'enveloppe revêt la forme d'une gaîne délicate, mince et lâche; dans d'autres cas elle forme une couche compacte, à laquelle les noyaux adhèrent d'une manière plus serrée. Par les progrès de la vie intra-utérine, les cellules s'agrandissent un peu, en même temps que leurs parois augmentent d'épaisseur et qu'elles se trouvent parsemées d'un nombre de plus en plus considérable de petits noyaux. M. Clarke a pu trouver dans certains cas un

noyau au point même où une fibre se continuait avec une cellule ; de telle façon qu'il était impossible de dire s'il appartenait à l'une ou à l'autre. D'ailleurs, ajoute l'auteur dans une note mise au bas de la page, la connexion des cellules nerveuses entre elles, par les prolongements de leur gaîne, se voit très-bien dans beaucoup d'invertébrés (Par exemple, dans la masse sous-œsophagienne de la limace commune).

Exposant ses vues sur le développement de la moelle en général, l'auteur s'exprime ainsi : « Nous avons vu qu'à l'époque la moins avancée de son développement, la moelle consiste en un canal entouré seulement par une couche uniforme et homogène de petites cellules ou noyaux que l'on ne peut distinguer entre eux, et qui sont si compactement serrés ensemble, qu'ils paraissent être en contact effectif. Appeler cette simple couche l'*épithélium* de la moelle, cela me paraît à peu près aussi incorrect que d'appeler membrane germinale de l'œuf le feuillet muqueux ou interne des deux couches en lesquelles il se sépare immédiatement. En effet, dans la seconde période de son développement, nous trouvons que, pendant que cette couche simple et homogène, qui constitue la substance entière de la moelle, continue à augmenter d'épaisseur, elle se sépare en deux couches distinctes : l'interne constituant le vrai épithélium, et l'externe formant la substance grise ; et bien que celle-là n'ait pas subi les changements histologiques et morphologiques, qui, plus tard, surviendront dans la couche muqueuse de la membrane germinale, elle diffère néanmoins déjà quant à ses caractères histologiques de la couche homogène primitive.

A la même époque, il se forme graduellement, autour des petites cellules ou noyaux, une substance granuleuse, comme si elle était sécrétée par ces derniers. Cette substance granuleuse forme, dans son intérieur, des procès ou fibres, et constitue ainsi un réseau continu qui relie ensemble tous les noyaux ou toutes les cellules des deux couches. Dans la substance grise elle-même, il y a d'abord une différence de structure, bien que peu apparente, entre sa partie antérieure et sa partie postérieure, quoique dans les deux parties on puisse voir des groupes de noyaux plus foncés, très-serrés et en connexion avec les racines des nerfs. Mais à mesure que le développement fait des progrès, il survient une diversité de structure. Car pendant que les noyaux de la substance grise postérieure ont à peine grandi, bien qu'ils soient un peu plus granuleux qu'au commencement, ceux de la substance grise antérieure ont doublé leur diamètre primitif, et se trouvent reliés entre eux par des fibres plus épaisses qui forment un réseau plus granuleux et plus grossier. En même temps, autour des groupes séparés de la substance grise antérieure, le réseau granuleux interposé aux noyaux a pris une structure plus spongieuse. De plus, il s'est formé en dedans de cette partie, et aux dépens de ces noyaux, un grand nombre de cellules adjacentes, grandes, arrondies ou irrégulières, ayant des parois épaisses et pourvues de noyaux... Il paraît donc que, dans ces premières périodes de développement, il y a au moins deux espèces de noyaux libres dans la substance grise de la moelle ;

l'une de ces espèces paraît contribuer au développement du réseau général qui pénètre la structure tout entière, mais qui ne va pas plus loin, tandis qu'au contraire chacun des noyaux de la seconde espèce, bien qu'en connexion aussi bien avec ce réseau qu'avec les fibres nerveuses, forme une cellule munie d'un noyau, ayant une paroi pourvue de noyaux, paroi qui est aussi en connexion avec le tissu cellulaire environnant.

Dans les cellules du *ganglion intervertébral*, bien que ces phénomènes évolutifs paraissent être essentiellement les mêmes, il y a quelque différence cependant dans l'aspect que ces cellules offrent dans les premières périodes de développement. Ainsi les cellules sont reliées par des fibres plus nettement définies, et le délicat réseau granuleux qui entoure la substance grise antérieure de la moelle y fait défaut. Par les progrès du développement, ces noyaux ou petites cellules du ganglion grandissent tout simplement d'abord, en même temps qu'elles se relient par des fibres fines, soit entre elles, soit avec ces noyaux granuleux interposés. A une époque ultérieure, apparaît dans chaque cellule un noyau distinct et bien défini, entouré d'une masse granuleuse de forme variée. La paroi cellulaire, mince d'abord, augmente plus tard d'épaisseur d'une manière progressive. Dans ce moment, la surface de ces cellules est en connexion aussi bien avec les fibres à noyaux interposées, lesquelles fibres se continuent avec le tissu connectif formant la gaîne du ganglion, qu'avec les parois des vaisseaux sanguins adjacents. Il est probable que c'est par l'intermédiaire de ce tissu nucléaire que les cellules, en voie de se développer, se procurent leur fluide nutritif. En vérité, si nous exceptons les fibres-cellules musculaires, dont quelques vaisseaux sanguins sont pourvus, les parois de ces vaisseaux ne sont autre chose qu'une partie de la pie-mère avec du tissu connectif interposé.

En examinant la couche de la pie-mère qui entoure immédiatement la moelle, on peut voir que les parois des vaisseaux sanguins qu'elle contient, sont en connexion d'une part avec les gaînes du ganglion intervertébral et par l'intermédiaire de ces dernières avec les gaînes des cellules nerveuses de ce même ganglion, et d'autre part avec le tissu connectif, ou avec la pie-mère. On peut aussi voir dans la fissure médiane antérieure que la pie-mère se continue directement par ses vaisseaux sanguins avec les prolongements émanant de l'épithélium qui entoure la partie antérieure du canal de la moelle. De là M. Clarke se croit autorisé à conclure qu'une pareille continuité existe soit dans l'intérieur, soit autour du reste de la moelle épinière. Mais l'auteur s'empresse d'ajouter que ce n'est là qu'une opinion émise à priori, et suggérée uniquement par ce qu'il a observé dans la moelle de l'adulte. Il est évident, poursuit-il un peu plus bas, que l'épithélium, la pie-mère et le tissu connectif de l'intérieur de la moelle, les parois des vaisseaux sanguins et les gaînes des cellules nerveuses doivent se continuer ensemble d'une manière non interrompue.

Il lui paraît aussi probable que les prolongements les plus fins, qui se perdent, par leur subdivision, dans la pie-mère ou dans le tissu connectif de

la moelle, sont les moyens qui transmettent la puissance nerveuse à ce tissu ainsi qu'aux parois de leurs vaisseaux sanguins, tandis que c'est de ces vaisseaux que les cellules nerveuses reçoivent en retour leurs matériaux de nutrition.

EXPLICATION DES PLANCHES V ET VI.

FIG. 1, pl. V. — Section transversale de la colonne vertébrale et de la moelle épinière, à la partie supérieure du renflement lombaire, chez un fœtus de mouton de 2 centimètres de longueur (grossissement de 60 diamètres).

h, cordon blanc antérieur; *f*, substance grise antérieure.

g, racines nerveuses antérieures.

c, cordon blanc postérieur.

b b', substance grise postérieure.

d, racines nerveuses postérieures.

e, ganglion intervertébral.

a, couche épithéliale entourant la partie antérieure du canal.

j j, corps de la vertèbre.

k, *chorda dorsalis*.

i, tissu connectif unissant le corps de la vertèbre et le ganglion intervertébral à la circonférence de la moelle épinière.

FIG. 2. — *b*, une portion de la surface externe de la substance grise postérieure en connexion avec la surface interne du cordon blanc postérieur *a* (grossissement de 420 diamètres, même fœtus).

FIG. 3. — Section transversale de la moelle à la partie supérieure du renflement lombaire (grossissement de 60 diamètres) chez un fœtus de mouton de 6 centimètres de longueur.

h'h, cordon blanc latéral.

r, *substance gélatineuse*.

p, portion interne du cordon blanc postérieur.

l, tête de la corne de la substance grise.

n, fissure médiane postérieure.

q q, *cervix cornu*.

w w, groupes des grandes cellules nerveuses de la corne antérieure.

o, canal central de la moelle.

m, fissure médiane antérieure.

FIG. 4, pl. VI. — Section transversale de la colonne vertébrale et de la moelle chez un fœtus humain de neuf semaines, au niveau du renflement cervical (grossissement de 50 diamètres).

z, lames des vertèbres.

z', fibres musculaires.

g, faisceau interne des racines antérieures entrant dans la substance grise.

m, fissure médiane antérieure située entre les précédentes. On voit que l'épithélium se continue, d'une part avec le réseau des fibres situées entre les noyaux de la substance grise antérieure *f*, et d'autre part avec le réseau de la pie-mère *m* prolongée depuis la circonférence de la moelle jusque dans la fissure médiane. Les autres lettres comme aux figures 1, 3 et 6.

Fig. 5. — Portion de la substance grise près du bord de la corne postérieure, traversée par les fibres des racines postérieures *d*, chez un fœtus de mouton de 6 centimètres et demi de long (grossissement de 670 diamètres).

Fig. 6. — Une portion de la section représentée dans la figure 4, grossie 420 fois.

o, portion antérieure du canal.

s s, cellules qui l'entourent.

f, noyaux formant la substance grise antérieure.

h h, portions internes des cordons blancs antérieurs enlevées.

Depuis la figure 7 jusqu'à la figure 10, ce sont des sections transversales de la moelle chez un fœtus humain, grossies de 34 diamètres. On voit très-bien dans chacune d'elles les quantités effectives et relatives de la substance grise et de la substance blanche.

Fig. 7, pl. V. — Section transverse des cornes médullaires.

l b, tête de la corne postérieure.

f, corne antérieure.

o, canal.

c, cordon blanc postérieur.

h', cordon blanc latéral.

h, cordon blanc antérieur ; *m*, fissure médiane antérieure.

n, fissure médiane postérieure.

Fig. 8. — Section transverse du renflement lombaire à son tiers inférieur.

d, racines nerveuses postérieures.

q, cordon cellulaire postérieur.

w, groupes de grandes cellules nerveuses dans la corne antérieure.

Fig. 9, pl. VI. — Section pareille pratiquée au milieu du renflement lombaire. Le cordon cellulaire postérieur *q*, formant la moitié interne de la tête de la corne (*cervix cornu*), a grandi ; mais il consiste jusqu'à présent entièrement en une multitude de petites cellules. De nombreux faisceaux nerveux incurvés des racines postérieures le traversent ou bien passent le long de son côté externe, et se dirigent en avant et en dedans pour le séparer de la moitié externe du cervix. Au bord de ce dernier se trouvent de nombreuses taches foncées, représentant les extrémités coupées des faisceaux longitudinaux. En avant du canal *o* se trouvent les fibres décussatrices de la commissure antérieure, et derrière lui la commissure postérieure. Le groupe des cellules nerveuses dans la corne antérieure a beaucoup grandi.

Fig. 10. — Section pratiquée au milieu du renflement cervical.

e', fissure latérale postérieure, à travers laquelle les fibres externes des racines postérieures *d* atteignent les taches foncées ou les faisceaux longitu-

dinaux sur le côté externe du cervix cornu, avec lesquels faisceaux ces fibres se continuent. Ces faisceaux longitudinaux sont plus nombreux ici que dans toute autre région de la moelle.

Sur le côté interne de la corne, on voit d'autres fibres des racines se portant autour et en dedans du cordon cellulaire postérieur *q*. Ce cordon est ici devenu grand de nouveau : il consiste entièrement en une multitude de petites cellules nerveuses. Les groupes des cellules nerveuses dans la corne antérieure ont aussi augmenté de volume. A ces groupes, et d'ailleurs à toute la corne antérieure aussi bien qu'au côté externe de la tête de la corne postérieure, fournit une grande branche vasculaire *v*, ainsi que cela est représenté sur le côté gauche de la section; laquelle branche entre par la fissure antérieure médiane *m* et se bifurque à droite et à gauche dans le fond de cette fissure à travers la commissure antérieure. Les parties situées en arrière du canal sont fournies par d'autres vaisseaux se dirigeant transversalement, et dérivés en partie d'un grand vaisseau longitudinal situé de chaque côté du canal. Le bout coupé de ce vaisseau (*o*) se voit dans la figure. Dans le cordon blanc latéral se trouve un espace quelque peu ovale (g'), occupant presque la totalité de son aire, et d'une couleur plus claire et plus grise que le reste. Cela est dû, apparemment, à une grande abondance de vaisseaux sanguins. Cette disposition est entièrement limitée aux régions cervicale et dorsale. Le cordon, en forme de coin p', situé de chaque côté de la fissure médiane postérieure, et qui fait partie du cordon blanc postérieur, se trouve très-marqué dans cette figure. Ses extrémités effilées se perdent graduellement dans la partie profonde du cordon, sur son côté externe. A cette période de développement, ces cordons sont aussi entièrement limités au renflement cervical. A une époque antérieure, on peut les suivre plus loin en bas.

DES

MOUVEMENTS DU GLOBE OCULAIRE

CHEZ L'HOMME ET LES ANIMAUX

(ANALYSE DES PRINCIPAUX TRAVAUX QUI S'Y RAPPORTENT),

PAR M. LE Dr EDOUARD MEYER.

La physiologie, depuis longtemps, a étudié avec le plus grand intérêt les mouvements des yeux; par leur position et l'insertion de leurs muscles, ils présentent des rapports si simples pour le mécanisme des mouvements, que là, mieux que partout ailleurs, la physiologie peut, avec succès, rechercher les lois mécaniques des mouvements volontaires. D'un autre côté, ces études

forment la base réelle des notions nécessaires à l'intelligence des perceptions visuelles et de la pathologie des affections, soit musculaires, soit nerveuses, qui produisent les positions vicieuses de l'œil.

Sans vouloir suivre dans toute leur étendue les progrès de ces études, ici nous nous proposons d'en réunir les résultats les plus importants.

Il est accepté aujourd'hui par tous les physiologistes que les mouvements ordinaires de l'œil humain ne sont que des rotations autour d'un centre parfaitement fixe et invariable. Si ce point immobile n'était pas situé dans le centre du globe, mais au bout postérieur de l'axe optique, comme le prétendait encore Jean Müller (1), suivi dans cette opinion par Tourtual (2) et Scokalsky (3), l'œil, dans ses mouvements, changerait de place. Mais cette erreur grave a été relevée par les recherches de M. Volkmann, et les travaux de MM. Burow et Valentin ont montré que le centre des révolutions est si près du centre du globe, qu'on peut identifier ces deux points et les considérer comme n'en formant qu'un seul sans commettre une faute essentielle.

Cela posé, nous pouvons envisàger l'œil comme une sphère, dont la surface sert de point d'attache à six forces, les six muscles du bulbe, dont chacune peut la tourner dans une certaine direction. Cette direction est donnée par une ligne qui réunit les deux points d'attache de chaque muscle. Le plan qui passe par cette ligne et le centre du globe a été appelé le plan du muscle ; la perpendiculaire au centre du plan est l'axe de révolution des mouvements produits par ses contractions. Le premier problème à résoudre fut donc la définition exacte de l'action de chaque muscle, du mouvement que sa contraction imprime à l'œil. Pour déterminer ce mouvement, il ne suffisait pas d'indiquer le changement qu'un seul point de la surface sphérique subit pendant la rotation ; car, ce point étant fixé, la sphère peut encore changer de position par des rotations autour des axes dont ce point représente un pôle ; il fallait y ajouter encore un second point ou une ligne. Sur le globe oculaire on a choisi comme points de précision le centre de la cornée et le méridien vertical ; nous déterminerons la rotation de l'œil en indiquant la direction dans laquelle est porté le centre de la cornée et quelle inclinaison a été communiquée au méridien vertical, en prenant comme point de départ de tous les mouvements la position de l'œil dans laquelle son axe optique est horizontal et dirigé en avant; cette position est appelée *initiale*.

Si, l'œil étant dans cette position, nous envisageons toujours deux de ses muscles antagonistes et dans le même plan, alors, suivant les rapports anatomiques :

1° Le plan des muscles droits externe et interne est horizontal ; leur axe de révolution est vertical et coïncide avec l'axe vertical de l'œil. Autour de cet axe, l'interne dirigera la cornée en dedans sans incliner le méridien vertical ; l'externe la tournera en dehors sans aucune inclinaison du méridien.

2° Le plan des muscles droits supérieur et inférieur est oblique d'arrière en avant et de dedans en dehors, rencontrant l'axe optique sous un angle d'environ 23 degrés ; leur axe de révolution est donc dirigé d'arrière en avant et de dehors en dedans, et fera avec l'axe optique un angle d'environ

(1) *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssines des Menschen und der Thiere.* Leipzig, 1826, p. 255.

(2) *Mueller's Archiv*, 1840, S. 29.

(3) *De l'influence des muscles obliques de l'œil sur la vision, et de leur paralysie* (*Annales de la Société de médecine de Gand,* seconde partie, vol. IV).

67 degrés. Autour de cet axe, le droit supérieur tourne la cornée en haut et en dedans, et imprime au méridien vertical une inclinaison en dedans ; l'inférieur tourne la cornée en bas et en dedans, et imprime au méridien vertical une inclinaison en dehors. Leurs contractions combinées ne peuvent produire que difficilement une rotation de l'œil en dedans. Dans les paralysies complètes du droit interne, on voit le globe se diriger alternativement en haut et en dedans, et en bas et en dedans, de sorte que ces tractions peuvent produire une adduction de 8 à 10 degrés.

3° Le plan des muscles obliques est vertical, dirigé d'arrière en avant et de dehors en dedans, et forme avec l'axe optique un angle de 55 degrés ; il suit de là que leur axe de révolution traverse le globe horizontalement d'avant en arrière et de dehors en dedans, il rencontre l'axe optique sous un angle de 35 degrés. Autour de cet axe l'oblique supérieur tourne la cornée en bas et en dehors, et incline le méridien vertical en dedans ; l'oblique inférieur tourne la cornée en haut et en dedans, et incline le méridien vertical en dehors.

Tous ces résultats, obtenus par le calcul, d'après les rapports anatomiques, ont été confirmés de la manière la plus éclatante par l'expérience physiologique consistant à couper, chez un animal, tous les muscles oculaires, sauf un dont on pouvait alors étudier l'effet isolé sur l'œil, en provoquant sa contraction par le courant électrique. Ils ont été confirmés, et nous y reviendrons encore en détail, chez l'homme, dans les cas où une paralysie musculaire permettait d'observer l'effet isolé d'un seul muscle. Ces dernières études étaient de la plus grande importance pour les muscles obliques surtout, que l'on croyait jusque-là des muscles non volontaires, presque inutiles pour les mouvements ordinaires de l'œil, et qui auraient dû servir seulement à conserver le parallélisme des deux yeux pendant les rotations de la tête. Cette erreur était causée par les expériences que la physiologie comparée avait conduit à faire sur des animaux, et voulait appliquer chez l'homme, sans réfléchir suffisamment aux différences anatomiques touchant la position générale des yeux et les rapports musculaires. Nous faisons suivre ici les résultats de la physiologie comparée, tels que M. de Graeffe les a donnés dans son travail classique sur la physiologie et pathologie des muscles obliques (1).

Chez les oiseaux, les amphibies et les poissons, le plan des deux muscles obliques est perpendiculaire en général sur l'axe de l'œil, qui devient alors leur axe de révolution ; il en résulte que pendant leur contraction isolée les deux pôles du globe restent parfaitement fixes. Dans les exceptions que l'on rencontre chez ces animaux, le plan de ces muscles, au lieu d'être parallèle au plan équatorial du bulbe, va de dedans en dehors et d'avant en arrière ; leur axe de révolution alors, au lieu de se confondre avec l'axe de l'œil, a une direction telle, que son bout antérieur est situé en dedans du pôle antérieur, son bout postérieur en dehors du pôle postérieur de l'œil. Nécessairement, dans ces cas, la contraction du grand oblique doit diriger la cornée en dedans et en haut, celle du petit en dedans et en bas, la contraction simultanée des deux muscles tournera la cornée en dedans, jusqu'à ce que son centre soit arrivé au pôle antérieur de l'axe de révolution.

Chez les mammifères, la direction de l'action des muscles obliques dépend presque entièrement de la position plus ou moins latérale des yeux : plus les

(1) *Beiträge zur Physiologie und Pathologie der schiefed Augenmuskeln*, in *Archiv fur Ophthalmologie*, t. I, 1-10.

yeux sont placés en avant, plus le plan de ces muscles s'éloigne du côté externe de l'ouverture orbitaire. Chez les animaux qui regardent tout à fait en avant et embrassent simultanément, avec les deux yeux, toute l'étendue du champ visuel, comme l'homme, le plan de ces muscles est le plus éloigné de la transversale (de 35 degrés). Il l'est moins chez le singe (12 à 16 degrés). Cette déviation est presque nulle chez les chiens, quoique chez ces derniers la divergence des yeux soit très-variable, puisque Jean Müller a trouvé que l'angle que les plans des ouvertures orbitaires forment entre eux, varie de 83 degrés jusqu'à 105 degrés. Plus les yeux sont placés latéralement et plus le champ visuel binoculaire devient petit, plus l'angle que le plan du muscle forme avec l'axe de l'œil s'approche de l'angle droit, comme nous le rencontrons chez le cheval, la brebis, etc. Et si les yeux sont tellement divergents, qu'un champ visuel commun n'existe plus, comme chez le lapin, les rapports changent tellement que le plan de chaque muscle se rapproche en dehors de l'ouverture orbitaire. Dans ces derniers cas, l'effet des deux obliques est le même que celui que nous avons indiqué pour beaucoup de poissons et d'amphibies. Chez les chevaux et les brebis, l'axe de révolution se confondant presque avec l'axe de l'œil, l'effet de ces muscles est sans influence sur la position de la cornée. Dans le cas de l'homme et du singe enfin, l'axe de révolution est dirigé d'arrière en avant et de dedans en dehors, le grand oblique tourne la cornée en bas et en dehors, le petit en haut et en dehors.

Si, comme nous venons de le voir, l'influence des obliques sur les mouvements des yeux est très-diverse chez les différents animaux, quant aux directions qu'ils imposent à la cornée, elle est, au contraire, constamment la même chez tous quant à leur influence sur le méridien vertical. Le grand oblique lui donne une inclinaison en dedans, le petit en dehors, de sorte que, s'ils se contractaient ensemble, leur effet deviendrait nul sous ce rapport.

La justesse de ces observations a été contrôlée et confirmée de nouveau par les expériences de M. de Graefe sur des lapins. Après avoir coupé tous les muscles oculaires, sauf les deux obliques, il étudia l'effet de leurs contractions en poussant une aiguille à travers le centre de la cornée et le bulbe jusqu'au pôle postérieur, et une seconde dans l'os frontal, parallèlement à l'axe antéro-postérieur de la tête (1). Le même savant a pu constater encore l'effet isolé des obliques chez l'homme, dans les cas de paralysies des muscles droits de l'œil (2). Si, dans ces cas, le malade veut tourner son regard en bas, le muscle droit inférieur ne pouvant agir, le grand oblique seul dirige l'œil en bas; mais, suivant la direction de son action, on voit alors la cornée se tourner en même temps en dehors, ce qu'on peut constater en fixant son attention soit sur les vaisseaux de la conjonctive, soit sur l'iris; un phénomène analogue se montre dans la paralysie du droit supérieur, si alors le malade regarde en haut, la cornée se tourne en haut et en dehors.

L'illustre professeur de Berlin a indiqué encore la manière de reconnaître les effets de ces muscles, chez l'homme, par leurs effets dans la diplopie (3).

Dans la paralysie de la troisième paire, le regard en bas, au lieu d'être produit comme à l'état normal par les contractions combinées du droit inférieur et du grand oblique, n'est exécuté que par ce dernier seul, l'autre étant paralysé. Ensuite, puisque le grand oblique tourne l'œil en même temps en

(1) *Loc. cit.*, p. 42.
(2) *Loc. cit.*, p. 7.
(3) *Loc. cit.*, p. 10.

dehors, il se produit une plus grande divergence des axes optiques et la distance des images doubles croisées augmente. En outre, les deux images ne se trouvent pas à la même hauteur, parce que la cornée de l'œil paralysé ne peut être tournée aussi bas que celle de l'œil sain ; l'image rétinienne, dans le premier, doit tomber alors sur la partie supérieure de la rétine, et, selon les lois de la projection, elle est vue au-dessous de l'image formée dans l'œil normalement dirigé. L'image de l'œil malade est aussi inclinée, bien que l'objet fixé soit vertical. Ce phénomène est produit par l'effet du grand oblique sur le méridien vertical, et le droit inférieur paralysé ne peut le compenser par son effet opposé. Dans la paralysie du droit supérieur, on observe une position analogue de l'image perçue par l'œil malade : elle est au-dessus de l'autre, parce que le petit oblique seul ne peut élever l'œil malade autant que par l'effet réuni de ce muscle et du droit supérieur dans l'œil sain ; elle est croisée, parce que le même muscle dirige l'œil en dehors et produit d'une divergence des axes optiques ; elle est inclinée, parce qu'il incline le méridien vertical en dehors. On peut donc facilement constater l'effet de ces muscles, par la position des images doubles, dans les cas de paralysies.

Après avoir trouvé ainsi l'effet de l'action isolée de chaque muscle, il restait à la physiologie à déterminer l'effet de leurs actions combinées. La considération des rapports anatomiques avait fait présumer que les quatre muscles droits réunis sont antagonistes des deux obliques, les premiers tenant le globe en arrière, les derniers en avant. L'expérience a prouvé en réalité que si l'on coupe un des droits, de manière à lui ravir toute son influence sur l'œil, celui-ci fait une saillie en avant ; lorsque c'est un des muscles obliques qui est coupé, le globe s'enfonce dans l'orbite. D'ailleurs, autant il était facile de calculer l'effet de chaque muscle isolé sur l'œil, que l'on regardait alors comme un globe à centre fixe, et mis en mouvement par des organes à direction et force connues, autant de difficultés s'opposaient à l'étude des mouvements produits par l'activité combinée de plusieurs muscles.

Les analyses physiques ne peuvent plus suffire là où l'influence du système nerveux se fait sentir ; il s'agit alors d'un problème physiologique. Aussi les études sur les mouvements des yeux, qui portent encore l'empreinte du calcul mécanique, évitaient les difficultés physiologiques par des hypothèses toutes volontaires, comme celle émise par Fick, que l'œil exécute chaque mouvement avec le moins d'efforts possible (1). On oublia que l'œil, en réalité, n'exécute pas tous les mouvements que rend possibles la position des muscles, et que les mouvements réels peuvent être exécutés par différentes combinaisons musculaires ; on oublia qu'il ne fallait pas, dans ces recherches, prendre pour point de départ l'examen des mouvements possibles, mais celui des mouvements réels. Le premier qui fit cette remarque et attaqua la question de cette manière, fut M. Donders (*Archives hollandaises*, I, 2, p. 105-145) ; après lui, MM. de Graefe et Meissner confirmèrent et continuèrent dans des travaux précieux (*Archives d'ophthalmologie*, I, I, p. 1-81, et II, I, p. 1-123) les études commencées par le grand physiologiste d'Utrecht. Ce dernier se basait sur l'étude des mouvements réels de l'œil, pour la détermination desquels il fallait connaître la direction de l'axe optique et la position des méridiens : la première est facile à trouver, étant toujours celle de l'objet fixé ; mais la recherche de la position des méridiens offre plus

(1) Fick, *Die Bewegungen des menschlischen Augapfels*, dans *Henle und Pfeufer's Zeitschrifft*. Neue Folge, Band IV, Heft 1, Seite 101.

de difficultés. Le moyen ingénieux dont M. Donders s'est servi dans ce but, est celui des images consécutives, moyen que M. Ruete a indiqué le premier sans s'en servir.

Il regardait un fil vertical coloré jusqu'à ce qu'il en eût obtenu l'image consécutive sur sa rétine ; nécessairement cette image devait se trouver dans le méridien vertical ; cela fait, il exécuta avec ses yeux le mouvement par lequel il voulait déterminer la position du méridien, et compara la position que l'image consécutive avait prise pendant ce mouvement, avec un autre fil vertical non coloré, attaché à quelque distance du premier. Puisque la direction de l'image consécutive indique nécessairement celle du méridien vertical, il pouvait déterminer cette dernière pour chaque mouvement de l'œil.

Un premier résultat de ces expériences fut la preuve de la non-existence des rotations d'axe, selon la théorie de Hueck ; celui-ci s'était efforcé de prouver, que si la tête s'incline vers l'épaule, l'œil exécute une rotation, en sens opposé, autour de l'axe optique, de sorte que, si l'inclinaison de la tête ne surpasse pas 250 degrés, le méridien vertical reste vertical ; si la tête s'approchait davantage de l'épaule, l'œil devait reprendre sa position primitive par une rotation opposée à la première, exécutée par de petites secousses spasmodiques. Toutes ces rotations involontaires devaient être produites par les muscles obliques auxquels Hueck accorda de cette manière le rôle tout exceptionnel de muscles non volontaires. Cette théorie, sur laquelle il basait l'absence des mouvements apparents, ainsi que la vision simple pendant les inclinaisons latérales de la tête, fut acceptée par la plupart des physiologistes modernes, jusqu'à ce que M. Donders prouvât l'absence complète de ces rotations autour de l'axe optique ; il trouva, au contraire, que si l'on penche la tête vers l'épaule, le méridien vertical s'incline exactement autant que l'axe vertical de la tête ; mais que si la tête se penchait en même temps un peu en avant ou en arrière, une inclinaison différente selon les circonstances avait lieu.

Les lois fondées sur ces expériences, et émises par M. Donders, sont les suivantes :

1° Dans la direction horizontale du regard en avant, en dehors et en dedans, le méridien vertical n'est pas incliné, il reste vertical. Ces mouvements réels étant donnés, il s'agissait de déterminer les muscles dont l'action est nécessaire à leur exécution : pour le regard horizontal en avant, tous les muscles sont en équilibre, et il n'y a ni déviation de la cornée, ni inclinaison du méridien ; pour le regard horizontal en dehors, le droit externe suffit, car nous avons vu que son action est de diriger l'œil en dehors sans incliner le méridien vertical ; elle remplit donc les conditions nécessaires à ce mouvement ; pour le regard horizontal en dedans, le muscle droit interne suffit également.

2° Dans la direction verticale du regard en avant, en haut et en bas, le méridien vertical n'est pas incliné, il reste vertical. Pour le regard vertical en haut, le muscle droit supérieur doit fonctionner ; mais nous avons vu qu'en se contractant, il dirige en même temps la cornée en dedans et incline le méridien vertical en dedans ; il faudrait donc, pour tourner l'œil verticalement en haut, une seconde force qui pût contre-balancer les effets simultanés du droit supérieur : le petit oblique seul a cette influence, il dirige l'œil en haut, un peu en dehors et incline le méridien vertical en dehors. Le regard vertical en haut est donc exécuté par l'action combinée des muscles droit supérieur et petit oblique, dont les effets se réunissent pour amener la direction en haut, se compensent pour la déviation latérale et l'inclinaison du

méridien. Pour le regard vertical en bas, il y a combinaison des muscles droit inférieur et grand oblique, par des raisons analogues que nous croyons inutile de reproduire.

3° Pour la direction oblique du regard en haut et à gauche, les méridiens verticaux des deux yeux sont inclinés parallèlement à gauche ; celui de l'œil gauche en dehors, celui de l'œil droit en dedans. Pour l'exécution du mouvement en haut et en dehors, nous devons penser d'abord aux muscles droit supérieur et droit externe; mais l'action combinée des deux ne pourrait incliner le méridien vertical en dehors, puisque le droit externe est sans influence sur le méridien, et le droit supérieur l'incline, au contraire, en dedans ; il nous faut donc, pour ce mouvement, un troisième muscle dont l'action compense l'inclinaison du méridien produite par le droit externe et lui en impose une en dehors, qui réalise alors dans les deux yeux le parallélisme des méridiens, nécessaire d'après l'expérience de M. Donders. Le petit oblique seul peut avoir cette influence, puisqu'il tourne l'œil en haut, et dans ce sens s'associe au droit supérieur, puisque en outre il incline le méridien vertical en dehors, effet d'autant plus marqué dans ce cas, que le bulbe est tourné en dehors par le droit externe, position dans laquelle l'influence des obliques sur l'inclinaison du méridien vertical est la plus prononcée. Le regard oblique en haut et en dehors est donc exécuté par l'action combinée des muscles droit supérieur, droit externe et petit oblique.

4° Dans la direction oblique du regard à gauche et en bas, les méridiens verticaux des deux yeux sont inclinés parallèlement à droite ; celui de l'œil gauche en dedans, celui de l'œil droit en dehors. Pour l'exécution du mouvement en bas et en dehors, nous avons d'abord le droit externe et le droit inférieur ; mais comme le premier n'a pas d'effet sur le méridien, et comme l'autre l'incline en dehors, il faut, ainsi que dans le cas précédent, un troisième muscle qui produise l'inclinaison nécessaire du méridien ; c'est le grand oblique seul dont l'action cause cet effet. Le regard oblique, en bas et en dehors, est donc exécuté par l'action combinée des muscles droit inférieur, droit externe et grand oblique.

5° Dans la direction oblique du regard à droite et en haut, les méridiens verticaux des deux yeux sont inclinés parallèlement à droite, celui de l'œil droit en dehors, celui de l'œil gauche en dedans. Pour l'exécution du mouvement en haut et en dedans, nous avons d'abord les muscles droit supérieur et droit interne; mais l'inclinaison du méridien en dedans, produite par l'action du premier, serait trop prononcée comparativement à l'inclinaison du méridien en dehors dans l'autre œil, pour que le parallélisme nécessaire fût conservé ; il faut un troisième muscle pour limiter l'effet du droit supérieur. C'est le petit oblique qui a cette influence sur le méridien, et elle ne pourra être trop grande, puisque l'œil se trouve dans une position (en dedans) telle, que l'effet des obliques sur le méridien vertical est peu prononcé. Le regard oblique en haut et en dedans est donc réalisé par l'action combinée des muscles droit supérieur, droit interne et petit oblique.

6° Dans la direction oblique du regard à droite et en bas, les méridiens verticaux des deux yeux sont inclinés parallèlement à gauche ; celui de l'œil droit en dedans, celui de l'œil gauche en dehors. Pour l'exécution de ce mouvement en bas et en dedans, nous avons d'abord le droit inférieur et le droit interne ; mais l'effet du premier sur l'inclinaison du méridien, serait trop fort pour amener le parallélisme des méridiens des deux yeux, et cet effet est limité par l'action coexistante du grand oblique. Le regard oblique

en bas et en dedans est donc produit par l'action combinée des muscles droit inférieur, droit interne et grand oblique.

Après que ces résultats eurent été obtenus par les expériences de M. Donders touchant l'action combinée des muscles de l'œil humain, la physiologie comparée aussi a recherché le principe de ces mouvements chez les animaux. Les expériences qui doivent résoudre cette question pour les mouvements de rotation de l'œil, pendant l'immobilité de la tête, sont accompagnées de difficultés bien plus grandes que chez l'homme, quoique l'introduction d'une aiguille dans l'œil de l'animal permette d'observer facilement les changements de direction. Nous renvoyons, pour la description du procédé expérimental et de ses résultats spéciaux, à l'ouvrage de M. de Graefe (*Archives d'ophthalmologie*, t. I, p. 42).

Le résultat général a été de constater la différence existant, sous ce rapport, entre l'homme et les différents animaux. Chez ceux dont les yeux sont placés si latéralement qu'il n'existe plus d'usage commun des deux yeux, nous observons des mouvements de rotation très-étendus, apparemment autour de l'axe optique; et l'inclinaison des méridiens pendant les mouvements de la tête, autour de son axe horizontal, est un phénomène constant, produit, comme l'expérience l'a prouvé chez ces animaux, par les muscles obliques. Dans d'autres, chez lesquels une plus ou moins grande partie du champ visuel est commune aux deux yeux, le mode d'après lequel s'exécutent les mouvements oculaires se rapproche de celui que nous observons chez l'homme; mais les différences qui existent encore n'ont pas été suffisamment contrôlées par l'observation et manquent d'explication jusqu'ici.

Il est hors de doute que, les difficultés pratiques surmontées, on trouvera la voie à suivre pour préciser cette explication, voie qui est autre que celle qu'on a dû suivre dans les recherches faites sur l'homme.

DE L'INOSURIE

PAR

Le Dr N. GALLOIS (1).

ANALYSE PAR M. CH. ROBIN.

Dans les premiers chapitres de son travail, l'auteur décrit avec le plus grand soin les caractères physiques et chimiques de l'inosite ; il analyse les travaux publiés avant lui, tant sur ce point en particulier que sur la recherche de l'inosite dans l'urine et autres liquides de l'économie. (On sait que l'inosite est un principe normal de la désassimilation des tissus du cerveau, du poumon, du foie, du pancréas, de la rate, du cœur et des muscles.) Il rappelle qu'au lieu de la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$, qui est généralement assignée à l'inosite, Vohl pense que la formule $C^2H^2O^2$ serait plus exacte. Il fonde cette manière de voir sur ce qu'il a réussi à dériver de l'inosite un composé nitré ayant la formule $C^2HO + AzO^4$, et dans lequel 1 équivalent d'eau de $C^2H^2O^2$ serait rem-

(1) Paris, 1864, 1 vol. in-8, 64 pages, chez J.-B. Baillière et fils.

placé par AzO^4. Si l'on admettait cette formule, 1 équivalent de sucre équivaudrait à 6 équivalents d'inosite, d'après l'équation $C^{12}H^{12}O^{12} = 6(C^2H^2O^2)$. Quelques expériences ont été tentées par M. Volh pour transformer artificiellement la glycose en inosite, et bien qu'il n'ait pu obtenir cette transformation, il est disposé à admettre qu'elle pourrait bien s'opérer dans l'organisme.

Dans les chapitres suivants, composés surtout de ses recherches propres, M. Gallois prouve que quand il s'agit de démontrer l'existence de l'inosite dans le produit de la sécrétion rénale, on ne saurait recourir à l'acide nitrique, au chlorure de calcium et à l'ammoniaque, qui la décèlent si bien dans l'eau, et cela parce que la présence de l'acide urique donne lieu à une coloration qui empêche de saisir celle qui est due à l'inosite elle-même.

En cherchant quelle était l'action des chlorures sur l'inosite, il a constaté une propriété remarquable du chlorure de zinc. Étant donnée une solution aqueuse d'inosite, si on l'évapore dans une petite capsule de porcelaine, et que pendant que l'évaporation se produit on y fasse tomber quelques gouttes d'une solution de chlorure de zinc, qu'on évapore de nouveau avec précaution, et que quand il ne reste plus qu'une petite quantité de liquide, on l'additionne de quelques gouttes d'acide azotique et qu'on évapore à une douce chaleur jusqu'à siccité, on voit aussitôt se produire sur les parois de la capsule une belle couleur rouge brique.

Ce procédé, qui est suffisamment sensible, est surtout précieux au point de vue particulier de la recherche de l'inosite dans l'urine. En effet, quand on verse de l'alcool à 90 degrés dans une urine inositique, on précipite à la fois l'inosite et une partie de l'acide urique, et la présence de ce dernier corps, par la coloration rouge vif qu'il produit au contact de l'acide azotique, s'oppose à ce qu'on ait recours pour déceler l'inosite dans l'urine, à l'acide nitrique, au chlorure de calcium et à l'ammoniaque. Or, cette difficulté n'existe plus quand on utilise la propriété du chlorure de zinc. Pour s'en convaincre, il suffit de mettre dans une petite capsule de l'acide urique et de l'eau distillée, de porter à l'ébullition, d'ajouter quelques gouttes de solution de chlorure de zinc, d'évaporer de nouveau, et enfin de faire tomber dans la dernière portion du liquide quelques gouttes d'acide azotique. Si alors on évapore à siccité, on n'obtient qu'un résidu blanchâtre. Mais si au lieu d'opérer ainsi sur de l'acide urique pur, on agit sur un mélange d'acide urique et d'une petite quantité d'inosite, le résidu dans ce cas se colore en rouge brique, absolument comme si l'acide urique n'existait point dans le mélange, ce qui prouve au moins que ce dernier corps ne modifie point l'action du chlorure de zinc et de l'acide azotique sur l'inosite. Avec le chlorure de baryum et le chlorhydrate d'ammoniaque, le résidu prend une teinte rose pâle ; avec les chlorures de manganèse, de nickel, le bichlorure de mercure, la coloration est d'un rouge plus ou moins foncé.

Si la dissolution d'inosite est traitée par le chlorure de nickel et l'azotate acide de bismuth, on obtient encore un résidu rouge, fort semblable au précédent, et qui pâlit comme lui par l'action d'une chaleur trop intense. L'expérience répétée à blanc ne donne point de résidu rouge. Avec le chlorure de zinc et les azotates de plomb et de bismuth réagissant isolément sur la dissolution aqueuse d'inosite, l'auteur a aussi obtenu un résidu rougeâtre.

Le proto-azotate de mercure s'est montré notablement plus sensible que les précédents, et surtout que l'acide azotique, quand il s'est agi de déceler la présence de très-petites quantités d'inosite. L'essai se fait absolument comme l'acide azotique, et le résidu est d'un rose plus ou moins foncé. L'acide

urique traité par le bichlorure et le proto-azotate de mercure ou par le chlorure de nickel et le proto-azotate de mercure se conduit comme quand il est traité par le chlorure de zinc et l'acide azotique, c'est-à-dire qu'il donne un résidu blanc jaunâtre, qui ne ressemble en rien à celui que fournit l'inosite ; quand il est mêlé à cette dernière substance, il ne nuit nullement à la manifestation de la coloration qui caractérise l'inosite.

Une dissolution aqueuse d'urée étant donnée, si on la porte à l'ébullition, qu'on y verse deux ou trois gouttes d'une solution concentrée de bichlorure de mercure, qu'on continue à faire bouillir, qu'on fasse tomber dans la capsule deux ou trois gouttes de proto-azotate de mercure et qu'on évapore à siccité, on obtient un résidu blanchâtre. Mais si à l'urée on a mêlé une petite quantité d'inosite et qu'on opère comme on vient de le dire, on voit, en soumettant le résidu à une forte chaleur, se produire une belle couleur violet foncé. Cette couleur n'est soluble ni dans l'eau, ni dans l'alcool, ni dans l'éther. L'ammoniaque la dissout en partie, et elle reparaît après évaporation avec sa couleur primitive. Traitée par l'acide nitrique, elle subit une légère modification dans sa nuance, qui passe au rouge vineux.

Quand on verse de l'azotate de protoxyde de mercure dans une solution saturée de sublimé corrosif, il se produit immédiatement un précipité blanc, et la liqueur surnageante reste limpide. C'est qu'en effet le protoxyde de mercure s'unit au chlore du bichlorure pour le transformer en protochlorure de mercure blanc insoluble, et la liqueur débarrassée de son protoxyde de mercure se trouve ramenée alors à l'état d'azotate de deutoxyde. Ce résultat fit penser à M. Gallois que, quand pour chercher l'inosite dans une liqueur, on fait agir successivement le bichlorure et l'azotate de protoyxde de mercure, l'agent essentiel de la réaction est probablement l'azotate de bioxyde de mercure, et en effet, les expériences ne laissent plus de doute à cet égard ; mais elles apprennent en même temps qu'il était indispensable, pour que l'expérience réussît bien, que l'azotate de bioxyde de mercure ne fût ni trop concentré ni trop étendu. Or voici la formule à laquelle l'auteur s'est arrêté après de nombreux tâtonnements :

℞ Mercure	16	grammes.
Acide azotique ordinaire	32	—

Laissez réagir à froid vingt-quatre heures ; au bout de ce temps, versez dans une capsule, et évaporez jusqu'à ce que le liquide ait perdu la moitié de son poids. Pendant cette évaporation, on doit avoir soin d'agiter constamment le liquide avec une baguette de verre, pour faciliter le dégagement des vapeurs rutilantes. Cela fait, on laisse refroidir la capsule, on pèse 24 grammes d'eau distillée, c'est-à-dire un poids égal à celui que la solution mercurielle a perdu par l'évaporation, et on l'ajoute à la liqueur. Immédiatement on voit se produire un dépôt d'azotate basique. On laisse reposer vingt-quatre heures, et l'on décante la liqueur claire. C'est ce liquide que l'expérience a démontré être le meilleur réactif pour déceler l'existence de l'inosite dans l'urine, et c'est aussi le plus sensible, le plus commode et relativement le plus simple pour la recherche de l'inosite en solution dans l'eau.

Pour s'en servir, on met dans une petite capsule de porcelaine la substance qui contient de l'inosite, on verse dessus une faible quantité d'eau, on évapore à une douce chaleur en imprimant continuellement au liquide un mouvement circulatoire qui en favorise la volatilisation, et quand il n'en reste plus que quelques gouttes au fond de la capsule, on y fait tomber, à l'aide

d'une pipette de verre effilée, une gouttelette du réactif mercuriel. Un précipité jaunâtre apparaît, on l'étend autant que possible sur les parois de la capsule, et l'on évapore de nouveau en redoublant de précautions. (Si l'on n'a pas encore l'habitude de ce genre de recherches, le mieux est d'opérer au bain-marie.) Quand tout le liquide a disparu, si l'on n'a pas mis trop de réactif, le résidu est blanc jaunâtre, et si l'on continue l'application de la chaleur, on le voit bientôt devenir d'un rose plus ou moins foncé, selon la proportion d'inosite qu'il renferme. Par le refroidissement, la couleur rose disparaît, et le fond de la capsule redevient jaunâtre; mais dès qu'on chauffe légèrement, la teinte rose se montre de nouveau. Cette apparition et cette disparition successives de la teinte rose peuvent être obtenues plusieurs fois. Dans les cas douteux, on peut traiter le résidu par l'eau bouillante, filtrer et évaporer, en ajoutant, comme la première fois, une gouttelette de réactif. Dès que l'évaporation est achevée, la nuance rose reparaît, et l'on peut répéter plusieurs fois cette opération avec succès; mais on remarque, après plusieurs essais successifs, que la couleur rose devient de plus en plus pâle, et finit par n'être plus appréciable.

On ne saurait objecter que la coloration rose du résidu est due à la simple oxydation du mercure, car la coloration produite par cette oxydation ne ressemble en rien à celle qui résulte de la présence de l'inosite, et, de plus, elle ne se manifeste qu'à une température très-élevée, tandis que la couleur rose de l'inosite se produit à la chaleur du bain-marie, disparaît par le refroidissement, et se montre de nouveau sous l'influence d'une faible chaleur. L'acide urique et l'urée ne produisent rien de semblable. On en peut dire autant de l'amidon, du sucre de lait, de la mannite, du glycocolle, de la taurine, de la cystine et de la matière glycogène du foie. Quant à l'albumine et à la glycose, elles méritent une mention spéciale, à cause de la fréquence avec laquelle on les rencontre dans l'urine.

Si l'on verse quelques gouttes du réactif mercuriel dans de l'eau albumineuse, on remarque que le liquide se colore en rose, et si l'on évapore à siccité, on obtient un résidu coloré, qui peut masquer jusqu'à un certain point la coloration spéciale de l'inosite; aussi est-il indispensable que le liquide dans lequel on recherche l'inosite soit débarrassé d'albumine. La glycose noircit en présence du réactif mercuriel.

En résumé, il existe un agent chimique très-sensible, qui donne avec l'inosite une réaction caractéristique, et qui permet, à l'aide d'une manipulation facile, et en opérant sur une petite quantité de liquide, de déceler la présence de cette substance dans l'urine; ce réactif, qui n'est autre chose que la solution mercurielle dont on vient de voir la formule, peut être appliqué indifféremment à la recherche de l'inosite dans toutes les urines de l'homme sain ou malade, et dans celle de plusieurs animaux; il est applicable aussi à la recherche de l'inosite dans d'autres liquides de l'organisme, et il est doué d'une sensibilité remarquable, qui permet d'apporter beaucoup de précision dans les essais.

Chez les animaux qui ingèrent tous les jours plusieurs grammes d'inosite avec leurs aliments, les reins, dans les conditions ordinaires de la santé, n'éliminent pourtant point une quantité appréciable de cette substance, qui est modifiée sans doute en traversant le tube digestif.

Un problème des plus intéressants à résoudre serait celui de savoir comment l'inosite s'engendre dans l'économie animale, et comment le sang, dans certaines conditions pathologiques, peut en être assez chargé pour que les

reins l'éliminent dissoute dans les urines. La première pensée qui se présente à l'esprit, c'est que l'homme l'emprunte aux aliments dont il se nourrit, à la chair musculaire par exemple, dont il fait un usage si fréquent, et à certains légumes, tels que les haricots verts ou d'autres encore, dans lesquels l'analyse chimique a démontré l'existence de l'inosite. Mais l'expérience prouve que cela n'a pas lieu. M. Gallois pense que si l'on ingérait ce corps sans mélange, on le retrouverait en partie dans l'urine ; mais il faudrait, pour que l'expérience réussît, que la quantité d'inosite introduite dans l'appareil digestif fût plus considérable que celle qui existe dans les aliments animaux et végétaux (les *haricots verts* en renferment en effet, mais 1 partie pour 10 000 seulement).

Sans pouvoir dire que l'inosite provient exclusivement de la matière glycogène, il paraît incontestable pourtant que cette dernière substance lui donne naissance dans certains cas, et ce fait prouve l'étroite parenté qui existe entre la glycose et l'inosite, envisagées au triple point de vue de la chimie, de la physiologie et de la pathologie (Gallois).

Quand une urine albumineuse est en même temps inositique, il est important de chercher attentivement si elle ne contient pas actuellement de la glycose, ou si le malade qui l'a rendue n'a pas été antérieurement diabétique. Quand l'une ou l'autre de ces conditions se réalise, il est naturel d'invoquer encore, comme origine de l'inosite, la transformation de la matière glycogène. Quand il n'en est point ainsi, et que l'inosurie persiste, on doit examiner de temps en temps l'urine pour voir si la glycose s'y montre, et il est probable qu'à un moment donné on parviendrait à l'y découvrir. Mais lors même qu'on n'y réussirait point, l'hypothèse récemment émise sur l'origine de l'inosite ne serait point dénuée de fondement. Si en effet, on interroge la physiologie expérimentale (1), on apprend qu'en piquant la moelle allongée sur un animal, on fait quelquefois apparaître dans l'urine de l'albumine et du sucre, ce qui prouve que la lésion d'un même point des centres nerveux provoque dans certains cas le passage de ces deux corps dans l'urine. Or, si dans cette expérience le sucre sécrété provient de la matière glycogène, il est facile de comprendre qu'aux dépens de la même substance il peut se former de l'inosite au lieu de glycose. Mais le plus souvent, les urines albumineuses ne renferment point d'inosite.

Il résulte enfin des recherches de M. Gallois que l'inosurie ne doit point être considérée comme une maladie proprement dite, mais seulement comme un symptôme.

L'inosite qui se produit dans l'organisme ne paraît point être directement empruntée le plus ordinairement aux aliments ingérés, et elle ne résulte pas non plus d'une transformation de la glycose.

Comme la dextrine et la glycose, elle paraît pouvoir être l'un des produits qui résultent de la transformation de la matière glycogène. Ce qui le prouve, c'est qu'on peut, dans certains cas, en piquant le plancher du quatrième ventricule du cerveau, déterminer artificiellement l'inosurie, comme on détermine artificiellement la glycosurie.

(1) Cl. Bernard, *Leçons de philosophie expérimentale*, t. I, p. 426.

MÉMOIRE

SUR

LA STRUCTURE DU CERVELET

ET

DES APPAREILS DE L'INNERVATION CÉRÉBELLEUSE (1)

PAR M. LE D[r] LUYS,

Membre de la Société de biologie, etc.

(Pl. XI.)

REMARQUE PRÉLIMINAIRE.

Le cervelet, considéré en lui-même et dans ses dépendances, forme un sous-système bien nettement isolé dans l'ensemble général des fibres du système nerveux. Relégué à la partie la plus postérieure de la masse encéphalique, dans une loge bien nettement circonscrite par les parois osseuses de l'occipital d'une part, et d'autre part, par les replis de la dure-mère, s'il n'a aucun rapport direct par ses hémisphères avec les autres départements du système nerveux spino-cérébral, il s'y trouve rattaché cependant, en émettant du sein de sa propre substance (comme conducteurs efférents) trois paires de processus antéro-postérieurs, à direction transversale ascendante, qui sont comme les bras multiples, à l'aide desquels il embrasse et enserre les fascicules spinaux antérieurs pour se combiner avec eux. Les connexions qu'il affecte ainsi avec les fibres du système convergent inférieur, sont exclusivement réservées à celles qui sont en rapport avec les phénomènes de la motricité.

Nous allons avoir à étudier successivement dans ce mémoire :

1° Le cervelet proprement dit, ou les hémisphères cérébelleux ;

2° Les fibres efférentes qui émergent, et qui ne sont autres que les pédoncules inférieurs, moyens et supérieurs ;

3° La substance grise cérébelleuse périphérique.

(1) Ce mémoire fait partie d'une série de recherches sur le système nerveux cérébro-spinal, dont l'ensemble sera publié chez J. B. Baillière et fils, et formera un volume in-8 avec 40 planches.

§ Ier. — Du cervelet proprement dit.

L'étude de la structure du cervelet offre à considérer différentes parties qui doivent être isolément passées en revue :

1° La substance grise des circonvolutions cérébelleuses ;

2° La substance blanche ;

3° Les corps rhomboïdaux.

SUBSTANCE GRISE CORTICALE DES CIRCONVOLUTIONS CÉRÉBELLEUSES.

La substance corticale du cervelet présente, au premier abord, des caractères bien tranchés, qui la différencient complétement de celle des circonvolutions cérébrales, non-seulement au point de vue de sa disposition foliacée, qui lui donne un cachet tout à fait spécial, mais encore au point de vue de ses éléments fondamentaux, qui sont des individualités histologiques vraiment spécifiques.

Sur des coupes horizontales et transversales, elle apparaît sous un aspect qui rappelle assez bien celui d'une feuille de fougère : les fibres blanches agglomérées qui s'y distribuent, représentent un axe central, émettant latéralement des divisions dichotomiques secondaires, qui vont, subdivisées à leur tour en ramuscules tertiaires, se disséminer dans les follioles terminales, dont la substance grise corticale, découpée en fragments, représente la configuration. Il résulte de cette disposition particulière, que les circonvolutions cérébelleuses d'un même groupe sont liées entre elles, et qu'elles sont solidement tributaires d'un axe commun.

Cet aspect foliacé des circonvolutions cérébelleuses se rencontre sur un grand nombre de points de la surface corticale ; il en est d'autres cependant dans lesquels il est bien moins nettement accusé. Ainsi, à la région moyenne, au niveau du lobule médian, la substance grise présente la disposition de deux courbes elliptiques, aplaties, suivant leur grand axe, et séparées par une traînée médiane de fibres blanches. Mais quelle que soit son apparence, qu'elle affecte la forme de lobules isolés (amygdales) ou celle d'une lame mince semi-circulaire (valvule de Vieussens), partout où

elle existe, elle est toujours identique avec elle-même, partout elle est constituée histologiquement par les mêmes éléments.

Chaque circonvolution cérébelleuse envisagée isolément offre à considérer, de dedans en dehors :

1° Une substance fibrillaire blanche subdivisée en ramuscules secondaires, occupant le centre même de la circonvolution dont elle constitue la charpente (pl. XI, fig. 1 [*f*]);

2° Une zone moyenne de coloration grisâtre composée d'une multitude de petites cellules caractéristiques (id. [*g*]) ;

3° Une zone externe ou superficielle, de couleur rouille, dans laquelle on rencontre une série de grosses cellules anastomosées entre elles, et présentant pareillement des caractères propres, que (*h*, id.) l'on ne retrouve pas dans les autres départements du système nerveux.

I. La substance fibrillaire qui occupe les régions centrales des circonvolutions cérébelleuses, n'est autre que la substance médullaire elle-même, ramifiée dichotomiquement. Constituée par une agglomération considérable de fibrilles blanchâtres, groupées tout d'abord en un fascicule central, elle s'éparpille rapidement, sous forme de filaments divergents, qui pénètrent sous des incidences variées, au sein même de la substance corticale en regard de laquelle ils sont placés (fig. 1). Une grande quantité de fibrilles de la substance médullaire ne se condensent pas ainsi partout en un fascicule central constituant en quelque sorte le pédicule commun à un groupe de fibres isolées. Il en est un certain nombre qui se jettent, après un très-court trajet, directement dans la substance grise corticale, ambiante (*b*, *b'*).

Il est assez difficile de se prononcer d'une manière absolue sur la façon définitive dont ces fibrilles blanches se comportent vis-à-vis des éléments cellulaires des zones moyenne et superficielle : ce que nous pouvons seulement signaler à ce propos, c'est que, à mesure que s'opère l'immersion des fibrilles nerveuses au sein de la masse même de la couche moyenne, les éléments fondamentaux dont ces fibrilles sont constituées, se modifient successivement; ainsi, tandis que le *cylinder axis* s'effile de plus en plus, en traversant de part en part l'épaisseur de la couche moyenne, pour

se prolonger jusqu'au niveau de la zone des grosses cellules avec les prolongements desquels il semble se continuer, les autres éléments de la fibre nerveuse subissent de leur côté un amoindrissement progressif ; ils s'effilent peu à peu, se subdivisent en fibrilles secondaires, la substance médullaire devient de moins en moins apparente, et ils paraissent se perdre insensiblement, en se continuant avec les prolongements des petites cellules anastomosées en plexus. La fibre blanche cérébelleuse paraît donc avoir des connexions simultanées, d'une part avec la couche des cellules de la zone moyenne, et d'une autre part avec celle de la région superficielle (fig. 3).

II. La couche moyenne se présente sous l'aspect d'une substance d'un blanc grisâtre ; elle est composée presque exclusivement d'une multitude de petites cellules serrées entre elles, et anastomosées fréquemment par leurs prolongements, de manière à former un lacis inextricable, et un tissu sans analogue dans le système nerveux.

Ces petits corps sphéroïdaux, qui se présentent plutôt sous l'aspect de noyaux que sous celui de véritables cellules complètes, ont tous égaux à peu près en volume, et répandus à profusion au milieu des plexus exclusivement serrés des fibrilles nerveuses qui viennent s'y distribuer. Ils sont pourvus de prolongements, qui forment tantôt avec ceux du voisinage un lacis plexiforme très-dense, et qui tantôt se continuent manifestement avec des fibrilles, dissociées de la gaîne des tubes nerveux qui traversent la couche en moyenne de $0^{mm},006$ à $0^{mm}009$ en diamètre.

Leurs caractères histologiques sont assez difficiles à élucider pour qu'ils puissent être nettement classés, soit parmi les noyaux libres, soit parmi les cellules. J'avoue que dans un certain nombre de cas, si je n'ai pu parvenir à constater autour d'eux une membrane de cellule bien nettement accusée, il en est d'autres, au contraire, dans lesquels il m'est arrivé (de la façon la plus manifeste) de constater l'existence de cette membrane elle-même, pourvue de prolongements très-évidents : elle était, dans ces cas, d'une minceur extrême et appliquée intimement sur la masse même du noyau dont elle ne se distinguait que par un double contour.

Quoi qu'il en soit, que l'on considère ces corpuscules comme des noyaux libres ou comme des éléments histologiques complets, ils sont néanmoins en rapports intimes avec les fibres nerveuses, soit que celles-ci se terminent sur leur surface en s'y combinant, soit qu'elles constituent des plexus excessivement serrés dans les mailles desquels ils se trouvent en quelque sorte encastrés.

Ces corpuscules n'appartiennent pas exclusivement à la zone moyenne, dont ils constituent les éléments spécifiques; on les retrouve encore dans la couche superficielle; là, ils sont plus rares : ils sont éparpillés dans toute l'épaisseur de cette couche, ou bien ils se trouvent condensés à la périphérie. Ils forment une zone d'une minime épaisseur, directement sous-jacente à la pie-mère.

III. La couche la plus superficielle des circonvolutions cérébelleuses n'est pas nettement séparée de la couche moyenne : elle s'en distingue par sa coloration jaune rouille et par sa mollesse ; son épaisseur est à peu près égale à celle de la précédente.

Elle est caractérisée par la présence : 1° de grosses cellules beaucoup plus volumineuses que celles que nous avons vues jusqu'ici (fig. 9) ; 2° par celle de petites cellules d'un très-petit diamètre, qui sont de la même espèce que les petites cellules de la couche moyenne.

I. Les grosses cellules (cellules de Purkinje) ont un diamètre qui varient entre $0^{m},06$ à $0^{m},09$. Elles sont pyriformes, ovoïdes, de coloration jaunâtre, pourvues d'un noyau pareillement ovoïde, et contenant un ou deux nucléoles jaunes, brillants. Elles sont situées exclusivement dans les portions les plus profondes de la couche externe, et rangées en files les unes à côté des autres, suivant une ligne régulière. Elles sont orientées de telle sorte que leurs corps ou leur extrémité renflée regarde vers la couche moyenne, tandis que leur portion effilée (composée de plusieurs prolongements) est tournée vers la périphérie. Elles présentent des prolongements internes, externes et latéraux.

1° Les prolongements internes ou profonds, qui ne se voient bien qu'au niveau de la portion renflée de la cellule (là où elle est en contact avec la couche moyenne), sont fins et délicats ; ils for-

ment avec les prolongements homologues des cellules du voisinage, un plexus excessivement serré, au milieu duquel j'ai pu quelquefois suivre la terminaison des fibres de la substance blanche considérablement effilées ; de sorte que l'on pourrait considérer ces grosses cellules comme les origines de fibres blanches cérébelleuses (fig. 3 [*a*, *b*]).

2° Les prolongements externes tournés vers la périphérie sont très-volumineux et très-apparents. Ils se présentent sous forme de processus longitudinaux, plongent de dedans en dehors dans la couche jaune rouille qu'ils traversent dans toute son épaisseur. Chemin faisant ils se dichotomisent, et donnent ainsi naissance à une série de ramuscules secondaires de plus en plus atténués. Ils s'anastomosent en partie avec les filaments externes des cellules du voisinage, et en partie se prolongent jusqu'à la région la plus superficielle de cette zone, où ils se mettent en rapport avec la couche périphérique des petites cellules cérébelleuses, qui forment en ce point (comme nous l'avons déjà indiqué) une couche excessivement mince, sous-jacente à la pie-mère.

3° Les prolongements latéraux, qui sont aussi délicats que les prolongements internes, naissent, comme ceux-ci, de la portion renflée des grosses cellules. Ils se dirigent, les uns transversalement, pour s'anastomoser avec les voisins, et conjuguer entre elles une file de grosses cellules ; les autres, légèrement obliques, suivent une direction intermédiaire aux prolongements profonds et aux prolongements transverses, et vont se mettre en connexion en s'effilant, avec les petites cellules qui sont disséminées au sein de la substance amorphe ambiante.

II. Les petites cellules que l'on rencontre dans la couche externe, ont en général le caractère plus franc de cellules complètes, que celles que l'on trouve dans la couche moyenne. Elles sont plongées au sein de la substance amorphe qui les entoure de toutes parts, et sont par conséquent très-difficiles à isoler. Elles paraissent être un des modes de terminaison, pour les prolongements latéraux des grosses cellules, et ressemblent, lorsque ceux-ci sont convenablement isolés, à une série d'*épiphytes* groupés le long de leur continuité.

Celles qui forment la couche externe (sous-jacente à la pie-mère) sont à peu près de même dimension que les précédentes, et de coloration brunâtre ; elle sont tassées régulièrement les unes contre les autres ; cette disposition donne à la ligne qui les délimite du dehors un aspect denticulé des plus manifestes. Elles paraissent recevoir les extrémités effilées des prolongements externes venus des grosses cellules.

La substance amorphe dans laquelle sont plongés tous ces éléments nerveux est remarquable par son extrême mollesse et sa coloration jaune de rouille, qui est si différente de la coloration grisâtre de la substance amorphe des circonvolutions cérébrales. Elle est encore remarquable par l'extrême abondance des vaisseaux capillaires qui s'y distribuent, et qui y forment des réseaux excessivement serrés.

On sent, d'après ce que nous venons d'indiquer, combien il est difficile de se prononcer actuellement avec certitude sur le mode d'émergence et les rapports primordiaux des fibrilles nerveuses du cervelet avec les cellules de la couche corticale. Ce que nous pouvons seulement considérer comme acquis, c'est :

Que les fibrilles de la substance médullaire paraissent naître en partie des prolongements internes et profonds des grosses cellules de la zone couleur de rouille ;

Que ces filaments, qui ne sont autres que des *cylinder axis*, pourvus à ce moment d'une gaîne problématique, transversent, sous forme de fibres parallèles régulièrement disposées, de part en part toute l'épaisseur de la zone moyenne ;

Qu'à mesure qu'ils progressent au milieu des corpuscules qui abondent dans cette zone, ceux-ci, à l'aide de leurs prolongements funiculaires, s'accolent à leur surface externe (fig. 9). Il résulte bientôt de la juxtaposition et du groupement de ces mêmes prolongements autour du filament primitif, une véritable combinaison toute nouvelle d'éléments nerveux, et la constitution définitive de la fibre blanche cérébelleuse. Celle-ci se trouve ainsi constituée successivement par l'apport de facteurs de nature diverse ; tandis que le cylinder paraît en effet être une émanation directe de la couche des grosses cellules ; les filaments accolés sur ce

cylinder, au contraire, proviennent des corpuscules de la couche moyenne; de sorte que cette fibre blanche, qui résulte ultérieurement de l'apposition de ces éléments variés, se trouve donc à la fois avoir ses racines dans chacune de ces deux zones de substance grise, et par conséquent être en rapport avec des sources d'incitations nerveuses de nature probablement différente, qui sont ainsi réparties, soit à sa surface externe, soit à son intérieur (fig. 9);

Que la fibre blanche cérébelleuse présente, d'une autre part, les particularités suivantes, que l'on ne retrouve nulle part ailleurs, dans l'étude des différentes espèces de conducteurs nerveux. La disposition caractéristique, en vertu de laquelle cette même fibre se trouve successivement constituée (dans ses points centraux d'émergence) par l'apport d'éléments nerveux de nature primitivement dissemblable, se trouve reproduite dans les portions terminales de sa distribution périphérique (fig. 9 [*f'*]).

Nous verrons en effet plus loin, qu'à ce moment la combinaison des éléments fondamentaux cesse d'exister, que le cylinder et les filaments de la gaîne se divisent et se séparent les uns des autres, d'une manière successive, et en tous points comparable à celle qui a présidé à leur mode de groupement dans les régions centrales.

SUBSTANCE BLANCHE DU CERVELET.

Les fibres de la substance blanche cérébelleuse se dirigent toutes dans chaque hémisphère, à partir de leur point d'émergence de la substance corticale, vers les régions externes des corps rhomboïdaux. Elles viennent converger d'un mouvement unanime au pourtour de ces noyaux centraux de substance grise, comme nous verrons plus loin les fibres blanches cérébrales venir se concentrer pareillement au pourtour de la masse même des couches optiques (celle-ci joue vis-à-vis de ces dernières le même rôle d'appareil centralisateur commun, que jouent les corps rhomboïdaux pour les fibres blanches cérébelleuses).

Envisagées d'une manière générale, les fibrilles cérébelleuses, émanées du sein de la substance corticale, sous l'aspect de fila-

ments grisâtres très-déliés, s'accolent les unes à côté des autres, et se trouvent ainsi constituer un fascicule cylindroïde, occupant la région centrale de chaque foliole. Ces fascicules isolés se groupent bientôt entre eux, et constituent ainsi un faisceau unique plus ou moins allongé, suivant les régions (fig. 2), et occupant l'axe même de chaque groupe de circonvolution cérébelleuse (fig. 1). Ces fibrilles ainsi réunies en agglomération fasciculée vont toutes, en suivant des directions variées, aboutir à un point commun de convergence.

Celles qui, dans chaque hémisphère, viennent des régions supérieures, se dirigent plus ou moins obliquement en bas et en avant. Celles qui émergent des régions inférieures se dirigent en haut et en avant ; celles qui viennent des régions externes, et qui sont les plus multipliées, se portent tout en dedans et en avant. Quant aux fibrilles blanches émanées des dépôts de substance grise occupant les régions médianes, elles obéissent isolément à leur mouvement de convergence, et vont, en suivant un parcours plus ou moins rapproché de la direction transversale, gagner la substance grise des corps rhomboïdaux.

Parties de tous les points de la substance corticale, les fibrilles blanches du cervelet vont en définitive aboutir, comme une série de rayons, vers la surface externe des corps dentelés. Elles s'y implantent isolément, fibrilles à fibrilles, pénètrent dans chaque anfractuosité dont cette surface est pourvue, et se mettent ainsi en connexion avec les grosses cellules anastomosées en plexus qui y sont très-abondamment réparties.

L'ensemble des fibres blanches cérébelleuses ne paraît pas se prolonger au delà ; il représente donc un système isolé de fibres rayonnantes, servant à relier ensemble les cellules de la substance grise des circonvolutions à celles des corps dentelés.

Nous devons faire remarquer, à propos de la description des fibres blanches cérébelleuses : que s'il n'existe pas pour les hémisphères cérébelleux un système de fibres commissurantes à direction transversale, paraissant établir la solidarité d'action de chacun d'eux, les diverses régions de la substance corticale n'en sont pas moins associées entre elles d'une manière intime à l'aide d'un

système spécial de fibres commissurantes *intercorticales*, dont nous verrons plus loin un spécimen très-accentué dans l'étude des fibres commissurantes propres aux circonvolutions cérébrales (1).

Ce système de fibres spéciales se voit particulièrement au niveau de la base de chaque circonvolution cérébelleuse. Elles apparaissent, comme dans les hémisphères cérébraux, sous l'aspect de fibres arciformes, formant une série de zones semi-lunaires, et plongeant par chacune de leurs extrémités au sein de la substance grise des circonvolutions de voisinage. Il est même une certaine portion d'entre elles qui (d'un parcours beaucoup plus prolongé) représentent une bandelette curviligne à direction antéro-postérieure, paraissant ainsi servir de trait d'union entre les circonvolutions les plus antérieures et les circonvolutions les plus postérieures d'un hémisphère cérébelleux (2).

CORPS DENTELÉS OU RHOMBOÏDAUX DU CERVELET.

Les corps dentelés du cervelet se présentent de chaque côté, sous l'aspect de deux dépôts de substance grise, isolés comme les corps olivaires du bulbe, au sein des fibrilles de la substance blanche ambiante.

Ils sont constitués par une lame de substance jaunâtre, dense, repliée en zigzag, un grand nombre de fois sur elle-même, et constituant ainsi une sorte de bourse ovoïde à grand diamètre, dirigée en avant, en haut et en dedans, et dont la partie ouverte ou le

(1) Il est probable encore, qu'à défaut de fibres commissurantes analogues à celles du corps calleux pour le cerveau, les prolongements latéraux des grosses cellules cérébelleuses qui forment ainsi un lacis continu dans chaque hémisphère, et continu pareillement avec la substance grise du lobe médian, doivent entrer, pour une certaine part, dans le mode d'anastomose des régions droite et gauche du cervelet, et établir ainsi une certaine solidarité d'action entre les deux hémisphères cérébelleux, qui sont cependant bien plus indépendants l'un de l'autre que les hémisphères cérébraux.

(2) C'est au moment où les fibres cérébelleuses sont abandonnées par les fibres commissurantes antéro-postérieures, que ces deux ordres de fibres, obéissant à des directions différentes, se croisent réciproquement, et qu'il en résulte un lacis plexiforme de fibrilles blanchâtres, accentué particulièrement au niveau de la région externe et des corps dentelés (pl. XI, fig. 2 [4]).

goulot répond ainsi au niveau des angles latéraux du quatrième ventricule.

Cette coque, de substance nerveuse, à surface onduleuse, est constituée par un grand nombre de cellules nerveuses de grandes dimensions, anastomosées en plexus, et constituant ainsi un tout continu.

Son épaisseur, qui est variable, oscille entre 1 à 2 millimètres: les cellules que l'on y rencontre sont presque toutes de forme ovoïde et triangulaire; elles sont pourvues de prolongements multiples qui les relient les unes aux autres, et paraissent, dans quelques cas, en continuité avec des tubes nerveux efférents. Elles présentent en moyenne de $0^{mm},03$ à $0^{mm},05$.

Elles sont pourvues d'un noyau nucléolé, ovoïde, volumineux et très-apparent. On les trouve, la plupart du temps, recouvertes de granulations pigmentaires très-multipliées.

Les fibres blanches, venues de la substance grise des circonvolutions cérébelleuses, arrivent successivement au contact de la surface externe des corps rhomboïdaux; elles se dissocient régulièrement, fibrilles à fibrilles, et disparaissent au milieu des réseaux de cellules, en regard desquelles elles se trouvent, d'une manière analogue à celle dont les fibres des pédoncules inférieurs se comportent vis-à-vis de la lame de substance grise qui constitue les olives inférieures.

Il est probable que les rapports intimes qui existent entre les fibres afférentes qui plongent dans la substance grise des corps rhomboïdaux, et les fibres efférentes qui en émergent, sont de même nature que ceux qui unissent réciproquement entre elles les fibres afférentes et les fibres efférentes des ganglions spinaux, et que la cellule du corps rhomboïdal reçoit, par un de ses prolongements, une fibre blanche cérébelleuse, tandis qu'un autre de ses prolongements devient insensiblement une fibre efférente pédonculaire. Je considère ces connexions comme étant seulement probables, car, jusqu'à présent, il ne m'a pas été possible de les vérifier dans tous leurs détails.

Quels que soient du reste les rapports intimes que ces divers éléments affectent entre eux, toujours est-il que l'on voit sortir

de toutes les sinuosités de la surface interne des corps rhomboïdaux, une génération nouvelle de fibres blanches, qui sont, à proprement parler, les fibres efférentes *médiates* de la substance grise cérébelleuse, et les véritables fibres initiales des pédoncules cérébelleux. Elles émergent du sein de la substance grise des corps dentelés et rappellent, par leur direction, celle des fibres afférentes, dont elles semblent être la continuité.

Ce sont elles qui, véritables conducteurs des sources d'innervation, irradiées incessamment du cervelet, exportent l'influx dont elles sont incessamment chargées dans les régions centrales du système nerveux avec lequel elles vont entrer en connexion.

§ II. — Fibres efférentes du cervelet.

PÉDONCULES CÉRÉBELLEUX.

Les fibres efférentes du cervelet, émanées, ainsi que nous venons de l'indiquer, des diverses anfractuosités de la surface interne des corps rhomboïdaux, s'agglomèrent bientôt les unes à côté des autres, pour constituer une masse fasciculée de fibres blanches, qui remplit entièrement la cavité même de ces mêmes corps rhomboïdaux.

Peu à peu, cette masse commune se segmente en trois divisions principales, qui présentent entre elles les caractères suivants :

Chacune d'elles se porte régulièrement en avant, pour se distribuer (en se combinant avec les fibres spinales antérieures) dans les régions de l'axe spinal, qui occupent précisément le côté opposé à celui d'où elles dérivent ; elles s'entrecroisent par conséquent toutes sur la ligne médiane avec leurs congénères.

Elles se terminent, en devenant peu à peu fibrilles grises, et en se combinant avec des agglomérations de cellules de nature toute spéciale, qui sont exclusivement localisées au milieu des interstices des fibrilles spinales antérieures.

Elles affectent de chaque côté trois directions différentes :

1° Les fibres du fascicule le plus inférieur se portent en avant

et en bas : elles sont légèrement descendantes et obliques en dehors (pédoncules cérébelleux inférieurs).

2° Celles du fascicule moyen se portent en avant directement : elles sont transversales et légèrement ascendantes (pédoncules cérébelleux moyens).

3° Celles du fascicule qui occupe la situation la plus supérieure se dirigent directement en avant et en haut, et s'entrecroisent immédiatement au-devant de la substance gélatineuse des tubercules quadrijumeaux. Ces fibres sont ascendantes et obliques en dedans (pédoncules cérébelleux supérieurs).

1° Pédoncules cérébelleux inférieurs.

La direction générale de l'ensemble des fibres qui constituent les pédoncules cérébelleux inférieurs, est représentée par une série de lignes courbes à concavité interne, reliant, par un parcours spiroïde, la substance grise du corps rhomboïdal d'un côté et celle des corps olivaires inférieurs du côté opposé.

Nées des plexus de cellules qui forment la substance grise du corps rhomboïdal, et confondues, à leur point d'émergence, avec les fibres originelles des pédoncules supérieurs et moyens, les fibres qui doivent constituer le pédoncule inférieur, éparses tout d'abord, forment bientôt en se condensant, un fascicule cylindroïde légèrement aplati, dont les éléments fibrillaires, élégamment contournés sur eux-mêmes, se voient à découvert sur les parties latérales du quatrième ventricule, au moment où elles s'accolent pour y pénétrer et se porter en avant.

La pénétration des fibres pédonculaires inférieures à travers les interstices des fibres spinales ne se fait pas tout d'un bloc (1) ; elle a lieu successivement, fibrille à fibrille, et s'effectue suivant

(1) Au moment où s'opère la pénétration (dans les régions latérales de l'axe spinal) des fibrilles du pédoncule inférieur, celui-ci paraît implanté sur les régions externes du quatrième ventricule. Comme l'immersion de ses fibres a lieu suivant une ligne oblique de haut en bas et d'avant en arrière, et que celles-ci croisent la direction des fibrilles ascendantes grises et blanches venues de la moelle épinière, il s'ensuit que la plupart des anatomistes, trompés par cette espèce de fusionnement des fibres spinales et des fibres pédonculaires, sont tombés dans la même illusion que nous avons déjà signalée (à propos des rapports réciproques des fibres convergentes cérébrales antérieures avec les fibres spinales antérieures, au moment de l'immersion

une ligne courbe, représentée par la courbe de la surface externe de la région latérale du bulbe.

Arrivées en effet au niveau des bords droit et gauche de la paroi antérieure du quatrième ventricule (au moment où les fibrilles de la substance gélatineuse, avant de s'entrecroiser au raphé médian, s'éloignent de chaque côté, en interceptant un V ouvert supérieurement), les fibrilles pédonculaires inférieures, se dissociant peu à peu, s'étalent en éventail sur les parois latérales de la région correspondante, et s'insinuent ainsi, d'arrière en avant et de haut en bas, à travers les éléments fibrillaires ascendants de la région bulbaire.

On les suit ainsi dans leur trajet compliqué et sinueux, soit à l'aide de coupes antéro-postérieures qui permettent de les accompagner pendant un certain temps, au moment où elles s'éparpillent en fibrilles divergentes, sur les faces latérales de la région bulbaire; soit à l'aide de coupes horizontales graduées, grâce auxquelles il est possible de les étudier dans leur trajet ultérieur. On arrive ainsi à constater :

Qu'elles pénètrent obliquement et par apports successifs à travers les éléments nerveux de la région bulbaire ;

Qu'elles se présentent sous l'aspect de lignes sinueuses, concentriques, formant une zone d'éléments fibrillaires stratifiés, au niveau de la région externe de chaque corps olivaire ;

Qu'elles circonscrivent pareillement, en poursuivant leur trajet spiroïde, la face antérieure des pyramides antérieures, du même côté, sous forme d'un collier semi-circulaire ;

Qu'elles abandonnent, chemin faisant, une portion de leurs fibrilles au milieu des fascicules spinaux antérieurs du même côté, pour constituer les premiers linéaments réticulés de la substance

de celles-ci dans la substance grise des corps striés) ; ils ont cru à tort, que, parce que deux catégories d'éléments nerveux, parties de points isolés, se rencontraient dans un même alignement, ils formaient, par cela même, un seul et même système de fibrilles continues, et que, dans le cas actuel, les faisceaux postérieurs de la moelle se confondaient avec les pédoncules cérébelleux inférieurs pour aller se perdre dans le cervelet. — Cette manière de voir est complétement en désaccord avec les faits; nous pensons que l'on peut considérer comme certain : *qu'aucun des faisceaux postérieurs de la moelle ne remonte dans le cervelet.*

grise cérébelleuse périphérique des régions antérieures de l'axe spinal (fig. 6) ;

Que la majeure partie d'entre elles, arrivée au niveau du sillon antérieur de la région bulbaire, se réfléchit directement d'arrière en avant, passe obliquement sur la ligne médiane, s'entrecroise en X avec la série des fibres homologues du côté opposé, et paraît s'épuiser, après cet entrecroisement, en participant d'une part (au milieu des interstices des fibres spinales antérieures) à la constitution des réseaux de substance grise cérébelleuse périphérique, et d'autre part, en se combinant avec le plexus nerveux du corps olivaire correspondant pour lequel elle constituent un véritable système de fibres afférentes.

Ces fibres pénètrent dans la cavité du corps olivaire, à travers l'ouverture spéciale qui en constitue le goulot, sous forme de fibrilles grisâtres, dirigées plus ou moins obliquement dans le sens transversal. Elles s'écartent rapidement les unes des autres, et s'éparpillent, pour se mettre toutes en rapport avec les saillies et les dépressions que présente la substance olivaire. Elles disparaissent bientôt, en se combinant avec les prolongements des cellules nerveuses avec lesquelles elles entrent en connexion.

Si maintenant nous essayons de concevoir dans toute l'étendue de leur parcours, l'ensemble des fibres pédonculaires inférieures, nous voyons, en confrontant les uns avec les autres les aspects variés sous lesquels elles se sont successivement décelées, que :

A partir de leur point d'implantation sur les parties latérales du quatrième ventricule, elles se dissocient en éventail et embrassent toutes, sous l'aspect de fibres curvilignes parallèles et superposées, les régions externes de l'olive correspondante, et la région antérieure des fibres ascendantes de la pyramide antérieure dont elles croisent la direction sous des incidences variées ; qu'elles se réfléchissent bientôt sur elles-mêmes d'avant en arrière, en embrassant, à la manière d'une spire élégante, la face interne de la pyramide correspondante, et qu'enfin après s'être entrecroisées sur la ligne médiane, elles vont, au terme de leur long parcours, s'amortir dans la substance grise du corps olivaire,

du côté opposé à celui d'où elles dérivent (1) dans l'hémisphère cérébelleux.

Elles se présentent, en général, avec cette disposition, qui est constante au point de vue du but final, mais qui est sujette à de nombreuses variétés au point de vue des rapports affectés avec les éléments nerveux ambiants. Ainsi, tantôt elles sont complétement en relief sur les parties latérales de la région bulbaire ; elles se dessinent alors sous l'apparence de stries régulières, curvilignes et divergentes, croisant manifestement la direction ascendante des fibres spinales, et descendant plus ou moins bas, quelquefois même jusqu'au-dessous de l'extrémité supérieure des olives ; tantôt elles sont à moitié *engagées*, et n'apparaissent que dans une portion limitée de leur parcours ; tantôt elles sont très-nettement accusées d'un côté et douteuses de l'autre ; tantôt enfin elles ne font pas saillie en dehors, et parcourent tout leur trajet sans se démasquer à l'extérieur. Ce sont ses aspects multiples qui expliquent les variétés d'interprétation auxquelles leur description a donné lieu dans la plupart des traités d'anatomie purement descriptive.

Des olives inférieures. — Les olives inférieures représentent un amas de cellules nerveuses spéciales, anastomosées en plexus, et servant de point d'amortissement aux fibres pédonculaires inférieures, lesquelles se trouvent ainsi être de veritables trait d'union interposés entre les cellules nerveuses du corps rhomboïdal du cervelet et celles de l'olive du côté opposé.

Elles rappellent assez bien la configuration des corps rhomboïdaux avec lesquels elles offrent de nombreuses analogies. Comme eux, elles sont constituées par une lame de substance nerveuse, de coloration jaunâtre, repliée un grand nombre de fois sur elle-même (disposition heureuse, en vertu de laquelle leur surface, si elle était étalée, occuperait un espace beaucoup plus

(1) La solidarité intime qui relie l'olive de la bulbe au corps rhomboïdal et à l'hémisphère cérébelleux du côté opposé, à l'aide des fibres pédonculaires inférieures, est telle, que, dans les cas pathologiques où un hémisphère du cervelet est seul atrophié, l'atrophie porte non-seulement sur le corps rhomboïdal et le pédoncule inférieur correspondant, mais encore sur l'olive, *exclusivement* du côté opposé.

étendu que celui dans lequel elles sont confinées); comme eux, elles ont la forme d'un sac ou d'une bourse, présentant en un point une solution de continuité ou goulot, à travers lequel passent les fibres nerveuses; comme eux enfin, elles ont leurs goulots qui se regardent réciproquement de chaque côté, et qui sont tournés vers la ligne médiane. Les olives sont généralement de forme elliptique, leur grand axe étant vertical : elles font une saillie plus ou moins prononcée en dehors, sur les faces latérales de la région bulbaire ; là elles sont en rapport avec les fibres curvilignes des pédoncules cérébelleux inférieurs du côté correspondant, qui les croisent sous des incidences variées : en dedans, elles répondent au raphé médian et à la portion entrecroisée des fibres pédonculaires ; en avant, elles sont limitées par les fibres de la pyramide antérieure correspondante ; en dehors et en arrière, elles sont avoisinées par la série des fibres spinales ascendantes qui se portent successivement en avant et en haut.

La substance grise des olives, contrairement à celle des corps rhomboïdaux, est constituée par une série de petites cellules ovoïdes à coloration jaunâtre, et quelquefois très-fortement pigmentées. Elles mesurent en moyenne $0^{m},03$ à $0^{m},04$, et sont pourvues d'un noyau volumineux pareillement ovoïde, sur lequel la paroi de cellule semble souvent appliquée immédiatement. Leurs prolongements, excessivement déliés, se présentent sous l'aspect d'un chevelu très-fin. Ils forment les uns avec les autres, par leur entrecroisement réciproque, un tissu d'une nature toute spéciale, d'une densité et d'une cohésion remarquables (fig. 6).

Les fibres afférentes des olives inférieures ne sont autres que celles des pédoncules inférieurs ; quant aux fibres efférentes, si l'on peut les reconnaître aisément à leur point d'émergence seulement sur la lame de substance grise, à l'opposite du point d'implantation des fibres afférentes, il est, la plupart du temps, très-difficile de les accompagner dans une certaine partie de leur parcours. Elles paraissent en effet s'irradier de toutes les anfractuosités et les saillies de la surface externe des olives, comme d'un centre, sous forme de filaments grisâtres anastomosés en

réseaux plexiformes, et s'éparpiller dans les interstices des fibres spinales antérieures qui sont dans leur voisinage.

Cette série de fibres secondaires, émanation indirecte de la substance même du cervelet, contribue à former les premiers linéaments de ces plexus de substance grise qui, apparaissant tout d'abord au niveau de la région bulbaire sous forme de stries curvilignes éparpillées au milieu des fibrilles spinales antérieures (fig. 6), vont successivement, en augmentant de masse, finir par constituer les dépôts de substance grise des régions antérieures de l'axe spinal (substance grise de la protubérance, du *locus niger* de Sœmmering), dépôts qui forment dans toutes ces régions un tout continu, et qui ont tous ce caractère commun, de représenter l'ensemble des expansions terminales des pédoncules cérébelleux, et à proprement parler, l'épanouissement périphérique des fibres cérébelleuses.

2° Pédoncules cérébelleux moyens.

La direction générales des fibres qui constituent les pédoncules cérébelleux moyens est représentée par une série de fibres courbes à concavité interne, entrecroisées sur la ligne médiane, et reliant la substance grise des corps rhomboïdaux à celle de la protubérance du côté opposé (fig. 5).

Cette catégorie de fibres efférentes, nées ainsi que celles des pédoncules inférieurs, des réseaux de cellules des corps rhomboïdaux (diffuses et mal limitées à leur point d'émergence), se groupent bientôt les unes à côté des autres, pour former par leur juxtaposition, un gros faisceau de fibres blanches aplati de dehors en dedans, et dirigé directement d'arrière en avant. Les fascicules agglomérés qui constituent ce faisceau unique, ne tardent pas à se dissocier après un court trajet, pour prendre des directions légèrement dissemblables.

Les uns, ce sont les plus superficiels, se dirigent directement en avant sur les régions latérales droite et gauche de l'axe spinal, et après s'être entrecroisés en X sur la ligne médiane, se perdent dans les réseaux de substance grise du côté opposé (fig. 2).

Les autres, qui sont sur un plan postérieur aux précédents (et qui, par conséquent, constituent les fascicules profonds des pédoncules cérébelleux moyens), suivent une direction et un mode de terminaison analogues ; leur parcours est seulement moins prolongé.

Les fascicules occupant la situation la plus superficielle, et qui constituent les fibres blanches de l'écorce même de la protubérance, se dissocient rapidement en fibrilles divergentes, lesquelles se disséminent en s'étageant successivement de bas en haut les unes au-dessus des autres.

1° Ceux qui sont situés le plus inférieurement, se dirigent obliquement de haut en bas et d'arrière en avant : ils se portent ensuite, sous l'aspect de fibrilles éparses, sur les parties latérales des pyramides antérieures, celles-ci leur deviennent successivement antérieures et internes, s'entrecroisent avec leurs homologues sur la ligne médiane, et se comportent comme les fibres les plus supérieures des pédoncules cérébelleux inférieurs, dont elles continuent la distribution périphérique.

2° Ceux qui sont placés immédiatement au-dessus, et qui représentent les fibres transversales moyennes de la protubérance, affectent une distribution analogue, seulement leur parcours est beaucoup plus prolongé. Ils sont plus multipliés, et les dépôts de substance grise avec lesquels ils se trouvent en rapport, sont aussi beaucoup plus abondants que précédemment. Ils se dirigent tous directement en avant, sous forme de lignes courbes concentriques, à concavité interne. Une forte portion d'entre elles s'incurve au-devant de l'intumescence formée par les prolongements cylindroïdes des faisceaux antérieurs, s'entrecroise, au niveau de la ligne médiane, avec les homologues dirigées en sens inverse, et se termine, en passant à l'état de fibres grises, au milieu des réseaux de cellules qui constituent la substance grise du côté opposé.

Toutes les fibres pédonculaires ne se comportent pas ainsi, il en est une certaine portion qui paraît s'épuiser avant de s'entrecroiser : on voit en effet que le long de la continuité des fascicules curvilignes, certaines fibrilles se détachent du faisceau commun

et se distribuent isolément en se faufilant au milieu des interstices des fibres ascendantes antérieures.

3° Les fibres des pédoncules moyens qui occupent une situation supérieure par rapport aux précédentes, se portent, en suivant une direction légèrement ascendante, en haut et en avant. Elles décrivent un trajet curviligne, analogue à celui des fibres sous-jacentes dont elles continuent le mode de distribution, mais seulement ce trajet est d'un plus court rayon. Elles contournent successivement de dehors en dedans la série des fibres spinales antérieures, au moment où celles-ci (émergeant de la substance grise de la protubérance) commencent à se rapprocher les unes des autres pour constituer la région la plus antérieure du pédoncule cérébral du côté correspondant. Elles enserrent ces fibres antérieures, en passant au-devant d'elles sous forme d'un collier de fibrilles contournées en spires, élégamment superposées et parallèles, et vont en définitive (après s'être entrecroisées avec leurs homologues du côté opposé) se perdre comme celles de toutes les autres fibres pédonculaires, au milieu des réseaux de cellules nerveuses de la région.

Quant aux fibres pédonculaires cérébelleuses qui sont, relativement aux précédentes, postérieures et profondes, leur distribution est, à peu de chose près, tout à fait analogue à celles de leurs congénères, seulement elles ont un trajet moins long à parcourir. Elles s'infléchissent en se coudant en dedans, d'une manière plus ou moins brusque, et affectent une disposition d'autant plus rapprochée d'une ligne transversale qu'elles sont plus postérieures.

Elles paraissent s'entrecroiser en partie sur la ligne médiane et se terminer, soit du même côté, soit dans le côté opposé, sous forme de réseaux de substance grise, parsemés de cellules nerveuses anastomosées fréquemment entre elles, à l'aide de prolongements très-multipliés (fig. 6 et 8).

Les fibres terminales des pédoncules cérébelleux moyens se comportent donc de la même manière que celles des pédoncules inférieurs : elles passent (à mesure qu'elles progressent) successivement à l'état de fibrilles grises, s'amincissent peu à peu, et se

mettent, comme les précédentes, en rapport avec des agglomérations multiples de cellules nerveuses de nature spéciale. Elles contribuent, pour leur part, pareillement à la formation de ces dépôts de substance grise, si abondamment répartie dans toute cette région de l'axe spinal, et qui lui donnent une apparence bombée et *protubérante* caractéristique. Elles continuent cette série de laxis plexiformes de fibrilles grises (interposées au milieu des interstices des fibres spinales antérieures), dont nous avons signalé les premières apparitions au niveau de la région bulbaire, et qui atteignent ici un développement maximum.

3° Pédoncules cérébelleux supérieurs.

La direction générale des pédoncules cérébelleux supérieurs est représentée par deux séries de fibrilles entrecroisées presque immédiatement après leur moment d'émergence, et dirigées simultanément, en haut et en avant, vers deux noyaux de substance grise, agglomérés en sphéroïdes, au milieu desquels elles s'amortissent. Ces deux noyaux bilatéraux, de substance grise, sont dans les mêmes rapports vis-à-vis des expansions terminales des fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs, que se trouvent les corps olivaires vis-à-vis des fibres terminales des pédoncules cérébelleux inférieurs: aussi croyons-nous que pour ce motif on peut légitimement les désigner sous le nom d'*olives supérieures*. Nous verrons, du reste, plus loin que l'étude de leur structure justifie pleinement cette manière de voir (fig. 5).

Les fibres pédonculaires cérébelleuses supérieures, au moment de leur émergence dans la cavité même des corps rhomboïdaux, sont nettement accusées, et parfaitement distinctes des fibres pédonculaires moyennes et inférieures.

Étalées tout d'abord sous forme de filaments, elles se rapprochent insensiblement les unes des autres, et arrivent bientôt, par leur juxtaposition régulière, à constituer un fascicule unique qui, émergeant obliquement de la masse même de chaque hémisphère cérébelleux, se porte directement en haut, en avant, en dedans. Ainsi dirigées, les fibres pédonculaires supérieures disposées sous

forme de deux bandelettes aplaties au niveau des régions supérieures du quatrième ventricule, ne tardent pas à se rencontrer : c'est, en effet, ce qui arrive après un très-court trajet. Elles s'entrecroisent successivement, une à une, au niveau de la ligne médiane, sur le prolongement du raphé médian (fig. 2 [5, 9]), et passent ainsi successivement, en poursuivant leur direction ascendante, dans le côté opposé à celui d'où elles proviennent primitivement, et vont, après un parcours variable suivant chacune d'elles, s'amortir dans les deux noyaux de substance grise qui sont placés sur leur direction immédiate (1).

A. *Des olives supérieures* (2). — Les olives supérieures se présentent sous l'aspect de deux noyaux de substance nerveuse, à coloration plus ou moins rosée, situés directement sur le prolongement des fibres pédonculaires supérieures entrecroisées.

Leur forme est celle d'un sphéroïde régulier, comme on peut s'en assurer en comparant simultanément les aspects sous lesquels ils apparaissent sur des coupes verticales et horizontales de la base de l'encéphale (3) : leur volume peut être évalué approximativement, en disant qu'ils présentent en général (suivant leur grand diamètre, vertical et horizontal), chez l'homme adulte, 7 à 8 millimètres en longueur ; leur coloration rosée est due en partie à l'abondance des réseaux de capillaires qui se distribuent dans leur intérieur, et en partie à la coloration spéciale des petites cellules qu'ils renferment. La substance grise des olives su-

(1) Au moment où les fascicules pédonculaires arrivent à la rencontre l'un de l'autre, ils interceptent entre eux un espace triangulaire, dont le vide est occupé en partie par quelques follioles isolées de la masse commune des circonvolutions cérébelleuses, et qui, groupées sous forme de lame mince transparente, ont été très-improprement décrites sous le nom de *valvule de Vieussens*. Les filaments blanchâtres, obliquement dirigés, que l'on rencontre dans cette région, et que l'on désigne comme *freins* de la valvule, ne sont autre chose que des fibres entrecroisées plus ou moins aberrantes et qui font partie du ruban de Reil.

(2) Ces noyaux de substance grise sont figurés dans l'ouvrage d'anatomie de Reicher. Ils ont aussi été représentés par Stilling qui les considère comme les racines des pédoncules cérébraux. Il les désigne sous le nom de *noyaux rouges*.

(3) Ils se montrent toujours, soit sur un plan horizontal, soit sur un plan vertical, sous l'apparence de deux amas de substance grise ayant une forme circulaire ; leurs grands diamètres sont réciproquement perpendiculaires ; on peut donc en induire légitimement que ce sont deux sphéroïdes.

périeures n'est pas, comme celle des olives inférieures, représentée par une lame ondulée, repliée sur elle-même un grand nombre de fois; elle est disposée, au contraire, sous forme de lignes courbes emboîtées et enroulées sur elles-mêmes ; elle offre pareillement une solution de continuité comparable, dans de bien plus petites proportions, au goulot des olives supérieures : cette espèce de hile regarde ainsi en dedans. C'est par cette solution de continuité que l'ensemble des fibres afférentes, après avoir décrit un trajet spiroïde plus ou moins allongé, pénètre dans son intérieur pour s'y éparpiller et se mettre en connexion avec les cellules qu'elles y renferment.

Les cellules spéciales des olives supérieures sont toutes de petit diamètre ; elles sont, ainsi que leurs noyaux, de forme ovoïde; leur coloration est d'un jaune plus accentué que celui qui appartient aux cellules des olives inférieures. Leurs prolongements, qui sont en général très-multipliés et très-courts, s'anastomosent les uns avec les autres, et forment avec les prolongements effilés des fibres nerveuses ambiantes, un tissu spécial, dense et cohérent, dont les caractères physiques et histologiques sont ceux que l'on retrouve dans la lame de substance grise onduleuse qui constitue les olives inférieures.

Quant aux rapports généraux que les olives supérieures affectent avec les éléments nerveux ambiants, ils se résument à ceci :

En dedans, elles avoisinent la substance grise du troisième ventricule, et ne sont séparées de la cavité de ce ventricule que par une mince épaisseur de substance nerveuse interposée.

En haut et en dedans, elles répondent médiatement à la couche optique, dont elles sont cependant isolées par un plan continu de fibrilles minces qui gagnent la substance grise du troisième ventricule (fibres convergentes cérébrales inférieures).

En dehors et en avant, elles se trouvent entourées immédiatement de toute part, par une série de fibres grises anastomosées en plexus, qui ne sont autres que l'ensemble de leurs fibres efférentes. Elles répondent ainsi médiatement à la série des fibres spinales antérieures, étalées en éventail, et disséminées dans la substance grise du corps strié.

En arrière, elles sont en rapport avec les fibres des nerfs moteurs oculaires communs, qui les avoisinent dans une partie de leur parcours, et avec les fibres des pédoncules cérébelleux eux-mêmes, qui les abordent précisément par leur hémisphère postérieur.

Le système des fibres afférentes propre aux olives supérieures est représenté par l'ensemble des fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs entrecroisés. Celles-ci, au moment où elles se rapprochent des noyaux de substance grise, dans lesquels elles doivent s'amortir, se dissocient en filaments divergents, comme pour les recevoir dans leur écartement. Elles se partagent bientôt en deux groupes, l'un affectant une direction transversale ascendante, l'autre une direction verticale pareillement ascendante.

1° Les fibres de la première catégorie s'appliquent, en suivant un trajet spiroïde, le long de la région externe de l'olive correspondante, au pourtour de laquelle elles s'enroulent en formant une série de fibres engaînantes concentriques. Comme les fibrilles pédonculaires ne se stratifient que par apports successifs (à mesure que chaque série d'entre elles passe sur la ligne médiane), il en résulte que les fibres spiroïdes engaînantes externes se présentent sous l'apparence de feuilles emboîtées.

L'ensemble des fibres pédonculaires les plus externes, après avoir ainsi embrassé la surface correspondante des noyaux olivaires supérieurs (sous l'aspect de fibrilles spiroïdes ascendantes), puis la région antérieure, se trouve bientôt en rapport avec la région la plus interne de ces mêmes noyaux.

Arrivées au niveau de leur grand diamètre transversal, elles subissent brusquement un mouvement de réflexion sur elles-mêmes, se recourbent de dedans en dehors, en prenant l'aspect de filaments verticillés, et se perdent alors au milieu des réseaux de cellules des régions centrales, après avoir parcouru dans le sens transversal un trajet récurrent plus ou moins prolongé, qui se décèle sous l'apparence d'une saillie médiane, simulant parfois une sorte de crête.

2° Les fibres afférentes du deuxième groupe, confondues avec les précédentes au début, s'en séparent bientôt sous l'aspect de

filaments divergents, dirigés et enroulés dans le sens vertical antéro-postérieur. Ils abordent la substance grise de l'olive par son segment le plus postérieur, la pénètrent directement, en s'élevant de bas en haut, et s'appliquent les uns à côté des autres, dans une direction verticale ascendante. Ils gagnent ainsi les régions supérieures des olives correspondantes, s'enroulent autour d'elles dans le sens antéro-postérieur (comme les précédentes se sont enroulées dans le sens transversal), et s'éparpillent sous forme de filaments épars, réfléchis sur eux-mêmes, au milieu des réseaux de cellules de la masse centrale olivaire.

Ces deux systèmes de fibres afférentes, confondus et reliés entre eux par une série de fibrilles intermédiaires, qui n'appartiennent ni à l'un ni à l'autre, sont donc dans leurs éléments, réciproquement perpendiculaires : aussi peuvent-ils être idéalement conçus sous l'apparence de deux cercles emboîtés, dont les grands diamètres seraient perpendiculaires l'un à l'autre.

Il est à noter : que les fibres afférentes des olives supérieures, après avoir décrit leur parcours spiroïde, pénètrent en partie dans leur masse, par cette solution de continuité spéciale, renfoncée en forme de dépression ombiliquée, qu'elles présentent au niveau de leur région interne ; que les apparences sous lesquelles se montrent les corps olivaires supérieurs sont très-variées : ainsi quand, à l'aide de coupes verticales, on a intéressé des portions de la substance grise situées sur des plans différents, celle-ci se présente alors, tantôt sous la forme d'un sphéroïde régulier, tantôt sous celui d'une corolle campanulée, divisée transversalement en deux segments inégaux et superposés, par la série des fibres réfléchies.

Les fibres récurrentes terminales des pédoncules cérébelleux supérieurs, disséminées au sein de la substance grise des noyaux olivaires supérieurs, forment par leur intrication intime et leur combinaison avec les cellules nerveuses, un amas central gangliforme, d'une certaine densité, qui devient à son tour (comme les plexus des olives inférieures) l'origine d'une nouvelle génération de fibres secondaires qui sont, à proprement parler, les fibres efférentes propres des olives supérieures.

Ces fibres efférentes émergent des régions externes et antérieures des noyaux olivaires, sous l'aspect de filaments grisâtres excessivement multipliés ; elles se dirigent comme des rayons curvilignes, irradiés en tous sens, vers les portions auxquelles elles sont particulièrement destinées.

B. *Fibres efférentes des olives supérieures.* — Les fibres efférentes des olives supérieures, dans leur mode de distribution terminale, sont ainsi réparties :

1° Une première portion se dirige en dehors directement ;

2° Une deuxième en dehors, en avant, et en haut obliquement ;

3° Une troisième, exclusivement en avant et en haut. Ces deux derniers groupes de fibres sont particulièrement destinés à se disséminer dans la substance grise du corps strié, en se combinant avec les fibres des fascicules spinaux antérieurs.

1° La première portion des fibres efférentes des corps olivaires supérieurs gagne, sous l'apparence de fibrilles grisâtres dirigées obliquement en dehors, les fibres des fascicules spinaux antérieurs dont elles croisent la direction sous des angles plus ou moins aigus. Cette catégorie de fibres secondaires, dont la proportion, relativement à celle des deux autres, est minime, ne se voit bien qu'au niveau de la circonférence externe des noyaux olivaires.

Elles apparaissent sous l'aspect de filaments irradiés en diverses directions, faufilés dans les interstices des fibrilles spinales antérieures, formant une série de lacis plexiformes, et continuant, dans cette région de l'axe, la substance grise du *locus niger* de Sœmmering, dont elles ne semblent être qu'une prolongation.

2° Les fibres du deuxième groupe, beaucoup plus abondantes que les précédentes, se dirigent toutes immédiatement en dehors et en haut. Elles émergent de la masse même des noyaux olivaires, sous l'aspect de filaments grisâtres excessivement multipliés, à direction plus ou moins incurvée, semblables à des rayons irradiés de la surface d'une région limitée d'une sphère. Ces fibres efférentes, loin de se constituer en plexus réticulés comme les précédentes, arrivent toutes, dans des directions variées, à la rencontre les unes des autres, s'anastomosent réciproquement, et

constituent bientôt, par leur agglomération et leur intrication intime, un nouvel amas de substance grise spécial, disposé sous forme de bandelette semi-lunaire, qui devient à son tour un foyer de dissémination d'une nouvelle génération d'éléments nerveux.

Cette bandelette accessoire de l'olive supérieure, formée ainsi par le groupement d'une portion de ses fibres efférentes, se présente sous l'aspect d'un amas de substance grisâtre, disposé sous forme linéaire, renflé dans sa portion médiane, et atténué à chacune de ses extrémités : elle répond en arrière et en dedans, à l'irradiation des fibrilles venues de l'olive supérieure correspondante, et en dehors, à la concavité des fibres spinales ascendantes, disposées (ainsi que nous l'avons indiqué déjà, au moment où elles plongent dans la substance grise du corps strié) sous l'aspect de trois cônes emboîtés. Sa situation est telle, par rapport à l'ensemble des fibres spinales ascendantes, qu'elle occupe leur direction suivant un plan transversal, et que sa portion renflée, qui est un foyer d'irradiations d'un nombre infini de fibrilles jaunâtres, regarde directement celles des fibres spinales qui forment l'arcade la plus interne, et qui se trouvent étalées, à ce moment de leur parcours, suivant une ligne courbe continue.

La composition élémentaire du tissu de la bandelette accessoire présente de grandes analogies avec celle des olives supérieures. Il est dense et cohérent, et d'une coloration blanc jaunâtre en général. Les fibrilles nerveuses, ainsi que les cellules, sont toutes très-difficiles à isoler. Ces dernières, dont le volume et l'aspect rappellent assez bien les caractères propres des cellules des corps olivaires, sont aussi quelquefois très-fortement pigmentées. Leurs prolongements, qui sont en général très-courts, constituent, avec ceux des cellules du voisinage, un lacis la plupart du temps inextricable.

Les fibres irradiées de la bandelette accessoire des olives supérieures présentent les dispositions générales suivantes :

Tandis que, de toute l'étendue de la surface antéro-externe, naît une multitude de fibrilles grisâtres irradiées dans le sens de l'épanouissement des fibres pédonculaires, chacune des deux ex-

trémités effilées de la bandelette accessoire, l'antérieure et la postérieure (dirigées d'abord directement en dehors), se recourbent bientôt sur elles-mêmes, la première d'avant en arrière, la seconde d'arrière en avant, pour venir réciproquement à la rencontre l'une de l'autre, et former par la juxtaposition de leurs éléments propres, une ligne courbe transversale, qui embrasse dans sa concavité la série des fibres spinales ascendantes, destinées à constituer le cône le plus interne. Cette première ligne de fibres curvilignes, qui reçoit pareillement par sa concavité l'appoint des fibres directes irradiées de la surface antéro-externe de la bandelette accessoire, devient à son tour, pour ces mêmes fibres spinales, une nouvelle source d'irradiations d'éléments nerveux d'origine cérébelleuse. Elle constitue ainsi la première série de ces fibres curvilignes, à direction transversale, qui étant perpendiculaires aux fibres spinales ascendantes, se présentent au sein de la substance grise du corps strié, sous l'aspect de lignes curvilignes concentriques, ou d'arcades emboîtées; leur ensemble contribue à former ces noyaux de substance jaunâtre, dont la teinte claire tranche d'une façon si caractéristique sur la teinte rouge sombre propre à la substance du corps strié ambiante, et qui représentent ainsi un des modes de distribution périphérique des fibrilles efférentes du cervelet.

3° Les fibres efférentes du troisième groupe appartenant aux corps olivaires supérieurs, se dirigent toutes en avant et en haut,

Nées du segment le plus antérieur de l'olive correspondante, sous l'aspect de fibrilles éparses tout d'abord, elles s'agglomèrent bientôt, en convergeant les unes vers les autres, pour constituer un fascicule unique, cylindroïde, qui rappelle assez bien l'aspect d'une longue chevelure. Ce fascicule s'élève ainsi directement en haut et en avant, dans le sens antéro-postérieur, parallèlement aux traînées longitudinales de substance grise qui tapissent les parois du troisième ventricule.

Arrivées un peu en arrière de la région qui correspond aux tubercules mamillaires, les fibrilles ascendantes qui le constituent, se réfléchissent sur elles-mêmes, en arrière et en dehors, parallèlement aux fibrilles de l'extrémité antérieure de la bandelette

accessoire. Elles s'éparpillent ensuite dans la substance grise du corps strié sous l'aspect de filaments curvilignes divergents, qui croisent transversalement la direction verticale ascendante des fibres spinales antérieures appartenant aux régions bulbaire et sous-bulbaire.

Ces fibres réfléchies, auxquelles vient successivement s'adjoindre une série de filaments irradiés en tous sens de la bandelette accessoire, constituent pour les fibres spinales des deux derniers groupes, un véritable contingent de fibres cérébelleuses propres, destinées à compléter pour elles le système des fibres transversales arciformes dont nous venons de voir la première apparition, à propos de la description des fibres efférentes de la bandelette accessoire.

Il résulte donc de ces dispositions remarquables que présentent les pédoncules cérébelleux supérieurs à leur terminaison :

Qu'après s'être entrecroisées (probablement dans la totalité de leurs éléments), les fibrilles qui les constituent vont s'amortir en se pelotonnant, dans deux noyaux de substance grise qui jouent vis à vis d'elles, le même rôle d'appareil récepteur commun, que jouent les olives de la région bulbaire vis à vis des fibres des pédoncules inférieurs;

Que ces noyaux de substance grise deviennent bientôt des centres d'irradiation de fibrilles secondaires, lesquelles, éparpillées au milieu des fibres spinales ascendantes, ou condensées de nouveau en agglomérations supplémentaires, deviennent bientôt à leur tour les origines d'une multitude infinie de fibrilles nerveuses efférentes, éparpillées en toutes les directions, et exclusivement rattachées aux fibres spinales antérieures avec lesquelles elles se combinent;

Que ces générations successives d'éléments nerveux fibrillaires, au moment où ils plongent dans la substance grise du corps strié, représentent, dans leur ensemble, une série de lignes divergentes, à direction transversale, et croisent perpendiculairement celles des fibres spinales antérieures qui sont verticales et obliquement ascendantes;

Qu'elles constituent au sein de la substance grise du corps strié

par leur agglomération, un foyer d'irradiation des fibres jaunes à direction horizontale, qui se portent toutes en avant et en dehors, en croisant la direction des fibres spinales antérieures ;

Que ce foyer d'irradiation jaunâtre représente la totalité des expansions terminales des fibrilles pédonculaires supérieures, épanouies ainsi jusque dans les régions les plus centrales du cerveau ;

Que la substance de chaque hémisphère cérébelleux se trouve ainsi solidairement associée à la substance grise de chaque corps strié du côté opposé, par une série de fibrilles interposées et entrecroisées (fig. 5) ;

Que ce noyau de fibrilles cérébelleuses jaunâtres représente un amas de substance nerveuse pyramidal, ayant son sommet tourné en dedans et en bas et sa base étalée en haut et en dehors, au sein de la substance grise du noyau extra-ventriculaire du corps strié ;

Que les fibrilles qui le constituent s'amincissent progressivement et s'accolent sur les fibres pareillement effilées des faisceaux spinaux antérieurs, et vont ainsi, sous forme de filaments serpentins, d'une coloration blanc jaunâtre, se distribuer dans les divers départements de la substance grise du corps strié, en passant à travers les interstices des faisceaux des fibres convergentes antérieures ;

Enfin, que l'intensité de la coloration jaune de cet amas de fibrilles nerveuses est proportionnelle à l'intensité de la coloration même des corps rhomboïdaux du cervelet. Chez les animaux dont les corps rhomboïdaux ont une teinte grisâtre à peine marquée (bœuf, mouton), la coloration des amas jaunes du corps strié est aussi très-peu accentuée (1).

(1) Nous verrons plus loin que ces rapports intimes que l'anatomie normale révèle entre la substance du cervelet et la substance grise du corps strié, sont complétement vérifiés par l'anatomie pathologique : dans certaines lésions chroniques du cerveau d'un côté, l'hémisphère cérébelleux du côté opposé se trouve souvent frappé d'atrophie, et réciproquement, l'atrophie d'un lobe cérébelleux entraîne celle des appareils cérébelleux périphériques du côté opposé, celle des olives inférieures aussi bien que celle des olives supérieures, et des noyaux jaunes du corps strié.

§ III. — De la substance grise cérébelleuse périphérique.

Nous avons vu jusqu'ici que les fibres efférentes du cervelet, au moment où elles arrivaient aux dernières phases de leur parcours, allaient former dans la région cérébrale, du côté opposé à celui d'où elles tiraient leur origine, une série de lacis plexiformes, éparpillés au milieu des interstices des fascicules spinaux antérieurs, et qu'ils étaient continus de haut en bas. Il nous reste à examiner maintenant la manière dont ces plexus sont successivement constitués, les éléments anatomiques que l'on y rencontre, et les rapports intimes qu'ils affectent avec les fibrilles spinales antérieures.

1° Les premiers linéaments de la substance grise périphérique du cervelet apparaissent au niveau de la région bulbaire antérieure, à 2 ou 3 centimètres au-dessous du bord inférieur de la protubérance, sur le prolongement des fibres terminales des pédoncules cérébelleux inférieurs. Ils se présentent sous l'aspect de lignes sinueuses, ramifiées, spécialement au milieu des interstices des fascicules des pyramides antérieures, dont elles amènent ainsi, par leur interposition, la dissociation progressive; ces lignes sinueuses augmentent peu à peu d'abondance et d'épaisseur. Ils arrivent ainsi à constituer, au milieu même de la série fasciculée des pyramides, un lacis plexiforme de fibres grises, dont tous les éléments sont réciproquement anastomosés, à l'aide de branches secondaires qui les rendent ainsi solidaires les uns des autres (fig. 6).

Au niveau des régions de l'axe spinal qui reçoivent les expansions terminales des fibres pédonculaires moyennes, cette disposition acquiert des proportions progressivement plus considérables, l'épaisseur des dépôts de substance grise va successivement en croissant; ils se présentent alors, sous l'aspect de traînées grisâtres, reliées intimement par des prolongements multipliés les unes avec les autres. L'accumulation de substance nerveuse grise est telle, à un moment donné, qu'il en résulte bientôt une intumescence notable, qui a fait donner le nom de *protubérance* à la

région dans laquelle celle-ci se trouve le plus abondamment répartie.

La plupart des fibres pédonculaires moyennes, avant même de s'entrecroiser, passent insensiblement à l'état de fibrilles grises, et après leur entrecroisement apparaissent sous l'aspect de lignes sinueuses, embrassant par leurs contours une agglomération de fibres spinales antérieures qui représentent les pyramides antérieures prolongées. Elles enserrent chaque faisceau pyramidal ainsi prolongé, d'une sorte de collier circulaire de la circonférence interne duquel partent une série de rayons convergents, qui pénètrent à travers les interstices des fascicules spinaux antérieurs, et opèrent ainsi leur dissociation successive. Peu à peu, cette dissociation est telle, que les fascicules spinaux, écartés les uns des autres par l'interposition de la substance grise cérébelleuse, ont cessé de former une agglomération régulière des fibres ascendantes accolées; ils sont déjetés les uns à côté des autres, et cessent d'être nettement reconnaissables sur des coupes horizontales. Les fibrilles grises cérébelleuses, agglomérées en traînées jaunâtres (qui se détachent en clair sur l'ensemble des fibres ascendantes coupées transversalement), se divisent en fibres de plus en plus déliées, lesquelles passent à travers des fascicules spinaux avec d'autant plus de facilité qu'elles sont plus délicates, et vont ainsi constituer, au pourtour de chaque fibrille primitive, une sorte de gaîne adventive qui la circonscrit de toutes parts (fig. 4).

Les fibrilles les plus supérieures des pédoncules moyens se comportent d'une manière identique dans leurs rapports généraux avec les fascicules spinaux antérieurs; seulement les dépôts de substance grise qu'elles constituent par leurs expansions périphériques, sont de plus en plus épais.

Ils se présentent sous l'aspect d'une agglomération compacte, émettant dans une direction antéro-externe une série de ramescences épaisses, anastomosées fréquemment les unes avec les autres, et formant dans la région moyenne des pédoncules cérébraux, un lacis plexiforme, à mailles excessivement serrées. Les cellules nerveuses que l'on y rencontre sont de plus en plus

pigmentées; et c'est ainsi par leurs anastomoses multiples, que se trouve constitué, dans ces régions supérieures de l'axe spinal, cet amas de substance grise spéciale, décrit sous le nom de substance grise du *locus niger de Sœmmering*, lequel n'est autre chose (ainsi que nous venons de le voir) que le résultat de l'expansion terminale des fibres supérieures des pédoncules cérébelleux moyens; et la propagation, au milieu des interstices des fibres spinales antérieures, de ces mêmes traînées de substance cérébelleuse périphérique, qui forment, depuis la région bulbaire jusqu'au niveau de la substance grise du corps strié, un réseau plexiforme de fibres grises partout continu, exclusivement en rapport avec les fibres spinales antérieures.

Il suffit, en effet, d'examiner une couche mince de substance nerveuse, intéressant la région antérieure des pédoncules cérébraux dans le sens vertical, pour reconnaître que la substance grise, à ramescences épaisses, se prolonge dans le sens vertical, sous l'apparence de filaments grisâtres fréquemment anastomosés entre eux (fig. 4); que ceux-ci accompagnent les fibres spinales antérieures, autour desquelles ils forment des ondulations serpentines, et que cette substance grise ne diffère à son tour des autres dépôts périphériques analogues, que par la coloration plus accentuée et la forme spéciale des cellules nerveuses que l'on y rencontre.

Quant aux particularités que présentent les fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs au moment de leur distribution périphérique, nous avons déjà signalé les principaux détails qui sont propres à la grande majorité de leurs éléments.

Il est un certain nombre de leurs fibres cependant qui, après s'être entrecroisées, vont se jeter directement au milieu des fibrilles spinales antérieures, et contribuent à la prolongation, dans les régions supérieures de l'axe spinal, de ces dépôts de substance grise, disséminés sous forme d'amas diffus et irréguliers, qui constituent le *locus niger de Sœmmering*. Ces dépôts irréguliers qui représentent les expansions terminales d'une partie des fibrilles pédonculaires supérieures, ne sont souvent qu'un des premiers modes d'apparition de la bandelette accessoire du noyau olivaire

supérieur, laquelle se trouve ainsi strictement associée (dans le sens vertical) avec la série des filaments réticulés de la substance cérébelleuse périphérique des régions sous-jacentes.

2° Les cellules nerveuses de la substance cérébelleuse périphérique commencent à apparaître au niveau de la région bulbaire antérieure, sur le prolongement des expansions terminales des fibrilles pédonculaires. Celles-ci s'amincissent progressivement, perdent peu à peu de leur matière médullaire, et ne se trouvent bientôt plus réduites qu'à un filament central, sur lequel la gaîne se trouve plus ou moins immédiatement appliquée. Ces éléments nerveux se dessinent alors, au niveau de la région antérieure des pyramides (fig. 6), sous l'apparence de fibrilles excessivement minces, serrées intimement les unes contre les autres, et envoyant des prolongements de leur propre substance à travers le paquet des fibres spinales ascendantes (*id.*, fig. 6 [3, 3']).

Les cellules nerveuses que l'on rencontre en cette région sont de dimension à peu près égale à celles des olives inférieures. Elles mesurent de $0^{m},03$ à $0^{m},04$ en diamètre. Elles sont ovoïdes, pourvues d'un noyau volumineux de même forme, et paraissent, par leurs prolongements qui sont situés à chaque extrémité de leur grand axe, en relation avec les tubes nerveux afférents et efférents.

Au niveau des régions moyennes de la protubérance (là où les fibrilles pédonculaires moyennes opèrent leur distribution terminale), les fibrilles grises et les cellules forment des agglomérations beaucoup plus multipliées. La substance grise se présente à ce moment sous l'aspect de sinuosités multiples, éparpillées au milieu des fibres spinales. Les cellules nerveuses y apparaissent, à de faibles grossissements, sous l'aspect de taches blanchâtres, disséminées en nombre infini, tout le long de la continuité des fascicules pédonculaires. Examinées à de plus forts grossissements, elles se montrent sous forme de petits corps ovoïdes, bipolaires, mesurant dans les régions où elles ont les plus fortes dimensions, de $0^{m},04$ à $0^{m},05$, et paraissent orientées de telle sorte, que leur grand axe est dirigé le long de la continuité des fibrilles grises au milieu desquelles elles se trouvent confondues. Leur

abondance est telle, qu'en certaines régions elles sont séparées les unes des autres par de très-minimes distances : elles sont toutes placées bout à bout, et régulièrement. Il résulte de leurs rapports réciproques, qu'elles se trouvent ainsi disposées en files régulières, et qu'elles donnent aux fascicules des fibrilles cérébelleuses, au milieu desquels elles proéminent (sous forme de saillies successives) l'aspect d'une gousse, dont les graines sont alternativement proéminentes à la surface. Ces cellules nerveuses, de même que les précédentes, se détachent, au bout d'un certain temps de leur parcours, de la masse fibrillaire commune, et vont, soit isolément, soit par groupes, se disséminer, comme autant de foyers d'incitation nerveuse isolés, au milieu des interstices des fibres spinales antérieures, dont elles opèrent ainsi progressivement par leur présence la dissociation élémentaire.

Ces cellules, qui sont souvent très-difficiles à isoler, sont de coloration jaunâtre ; elles sont de consistance mollasse, s'altèrent très-rapidement, et paraissent pourvues d'un noyau ovoïde quelquefois très-nettement accusé. Elles ont, comme les précédentes, un prolongement à chaque extrémité de leur grand axe, et ces prolongements ne semblent pas devoir se ramifier : il est permis de constater, dans quelques cas, qu'un de leurs prolongements n'est qu'une des expansions terminales des fibrilles cérébelleuses elles-mêmes, qui se trouvent ainsi entrer en connexion directe avec les cellules de la substance grise.

Les cellules des régions supérieures, et qui appartiennent au *locus niger de Sœmmering*, présentent avec les fibres nerveuses du pédoncule cérébelleux supérieur les mêmes rapports généraux que ceux dont nous venons de parler précédemment.

Elles ont à peu près les mêmes formes et les mêmes dimensions, assez souvent elles se montrent sous l'aspect de cellules polygonales à prolongements multiples ; mais dans la majorité des cas, lorsqu'elles sont prises dans les points qui correspondent à leur distribution terminale, elles ont à peu de chose près (sauf une coloration plus accentuée de leur masse, et une plus forte proportion de pigment grenu), les mêmes caractères histologiques que les précédentes. Elles affectent le même mode de distribution péri-

phérique, vis-à-vis de l'ensemble des fibrilles spinales antérieures ambiantes.

C'est ainsi que se trouve constitué, par la terminaison des fibrilles blanches des pédoncules cérébelleux supérieurs avec les prolongements des cellules nerveuses, l'appareil périphérique de substance grise, au sein duquel s'opère la dissémination de l'innervation cérébelleuse, le long des fibres spinales antérieures.

3° Quant à la détermination exacte des rapports ultimes affectés par les fibrilles et les cellules cérébelleuses périphériques avec les fibrilles spinales ascendantes, leur étude nous paraît encore trop obscure pour que nous puissions nous prononcer avec certitude sur ce point intéressant. Voici cependant ce que nous pensons à ce sujet.

Nous avons vu jusqu'ici les fibres cérébelleuses périphériques circonscrire, en les enlaçant d'une série de fibrilles circulaires, les différents groupes de fibres spinales ascendantes, puis émettre de la circonférence interne de cette zone limitante, une série secondaire de rayons convergents, destinés à leur tour à investir les fascicules d'un volume moindre, pour arriver par degrés successifs, à se trouver immédiatement en rapport avec les fibres spinales antérieures elles-mêmes (fig. 4). Que se passe-t-il alors, et quelles sont les modifications nouvelles qui surgissent dans chacun de ces éléments nerveux ?

A ce moment, les fibrilles spinales antérieures ont notablement diminué d'épaisseur ; leur *cylinder* n'est plus réduit qu'à un filament grisâtre longitudinal, séparé de la gaîne par une couche à peine perceptible de substance médullaire ; c'est alors que les fibrilles terminales cérébelleuses, dissociées en filaments trés-ténus (sur la continuité desquels se trouve une agglomération de cellules nerveuses disposées bout à bout), viennent s'appliquer et se confondre sur la surface des fibres spinales antérieures, déjà préparées à les recevoir, par l'amincissement préalable de leurs éléments constitutifs. Les petites cellules cérébelleuses jaunâtres se juxtaposent ainsi le long des fibres spinales, à la suite les unes des autres, et arrivent à former par leurs radicules entremêlés, un lacis non interrompu, qui constitue une sorte de

gaîne supplémentaire à la fibre spinale antérieure primitive. Elles apparaissent à ce moment sous l'aspect de petites nodosités jaunâtres, disposées en lignes régulières, et forment avec les fibres spinales une véritable *combinaison nouvelle* d'éléments nerveux (1).

C'est ainsi que les expansions terminales émanées du cervelet et les fibrilles spinales proprement dites entrent en rapports intimes. Elles se fusionnent réciproquement, et se confondent les unes avec les autres pour ne former qu'une seule et même unité, la *fibre nerveuse propre du corps strié*, qui représente un véritable couple anatomique, participant à la fois aux propriétés du cervelet et à celle de l'axe spinal.

Quant à la distribution ultérieure des fibrilles terminales cérébelleuses au sein de la substance grise du corps strié, il est presque impossible d'arriver sur ce point, actuellement, à une certitude complète; ce que nous pouvons seulement dire à ce sujet c'est :

Que les fibrilles terminales cérébelleuses, une fois qu'elles ont pénétré dans la masse même de la substance grise du corps strié, s'y distribuent dans une direction légèrement ascendante, qui croise celle des fibrilles spinales antérieures;

(1) Au moment où les fibres des pédoncules cérébelleux accomplissent leur distribution périphérique, elles se dissocient dans leurs éléments, et il n'est pas rare de constater les particularités anatomiques suivantes :

Il m'est arrivé, en effet, quelquefois de noter la continuité d'une fibre pédonculaire cérébelleuse amincie (du *cylinder*), avec une grosse cellule de la substance grise, tandis que la gaîne se dissociait en filaments multiples, lesquels allaient à leur tour se mettre en relation avec des séries de petites cellules ambiantes. Ces petites cellules, à l'aide de prolongements s'anastomosaient, dans ces cas, avec les prolongements ramifiés des éléments homologues ambiants. C'est ainsi, grâce à l'indication successive des fibres et des prolongements de cellules, que l'on peut se rendre compte du mode d'apparition des réseaux de substance grise, qui enlacent les éléments spinaux ascendants, à partir de la région bulbaire.

Nous ferons remarquer encore que cette disposition des fibres des pédoncules cérébelleux à la périphérie concorde avec ce que nous avons avancé à propos du mode de constitution de ces mêmes fibres au sein de la substance cérébelleuse d'où elles dérivent ; nous savons en effet que la fibre cérébelleuse n'était vraisemblablement constituée définitivement que par l'apparition successive d'éléments fibrillaires de provenance et de nature variées ; nous retrouvons à l'autre extrémité de son parcours le même mode probable de dissociation de ses éléments fondamentaux : ils se combinent isolément avec des groupes de cellules dissemblables, douées vraisemblablement d'attributions physiologiques dissemblables aussi.

Qu'elles y apparaissent sous l'aspect de fascicules minces, à coloration jaunâtre, contenant au milieu de leur agglomération une grande quantité de cellules teintées en jaune d'ocre, dont le volume va successivement en décroissant (fig. 7) ;

Que ces fibrilles ultimes s'accolent (avec les petites cellules qui font partie de leur continuité) le long des parois des fibres spinales antérieures ; qu'elles les enlacent d'un lacis plexiforme, en leur constituant une gaîne adventice ; qu'elles les suivent, ainsi combinées avec elles, jusque dans leur distribution ultime au sein de la substance grise du corps strié ;

Qu'elles paraissent ne pas les abandonner dans tout leur parcours, puisque, au dernier terme de leur arrivée, lorsque les fibres spinales entrent en connexion avec les grosses cellules de la substance du corps strié, on retrouve encore ces mêmes éléments cérébelleux, reconnaissables à leur coloration jaunâtre, étalés sous forme de petites nodosités à la surface externe de ces mêmes cellules, et paraissant former une combinaison intime avec leur paroi même.

RÉSUMÉ DE LA DESCRIPTION DU CERVELET ET DES APPAREILS DE L'INNERVATION CÉRÉBELLEUSE.

1° Le cervelet et ses dépendances forment un sous-système bien nettement isolé, dans l'ensemble général des fibres du système nerveux. Isolé des appareils cérébro-spinaux proprement dits, ce n'est que par l'intermédiaire des fibres de ses pédoncules qu'il entre en combinaison avec eux, et qu'il propage son action jusqu'au sein de la substance grise du corps strié, etc., etc.

2° Les fibres de la substance blanche du cervelet émergent de la substance grise corticale, sous l'aspect de filaments bien nettement isolés, et paraissent constituées, à leur origine (dans leurs éléments fondamentaux), par l'apport successif de prolongements des cellules nerveuses de nature dissemblable.

3° Toutes les fibres blanches cérébelleuses, quel que soit leur point d'émergence, se dirigent comme des rayons, vers un amas de substance grise placé au centre de chaque hémisphère céré-

belleux, pour se mettre en rapport avec les cellules nerveuses qui s'y trouvent. Cet amas de substance grise (corps dentelé, corps rhomboïdal) joue, vis-à-vis des fibres cérébelleuses, un rôle analogue à celui de la couche optique vis-à-vis des fibres blanches cérébrales.

4° De ce centre commun de convergence partent bientôt en avant, et dans trois directions, une série de fibres secondaires, véritables conducteurs efférents, qui vont elles-mêmes se disséminer au milieu des faisceaux de fibres spinales ascendantes, et devenir ainsi, en s'amincissant peu à peu, les origines de la substance grise *périphérique* du cervelet.

5° Tous ces producteurs efférents sont entrecroisés ; ils se distribuent à la périphérie, dans la région du côté opposé à celle d'où ils émergent.

6° Les fibres efférentes les plus inférieures (pédoncules inférieurs) dirigées de haut en bas et d'arrière en avant, parcourent, à travers les fibres spinales, un trajet spiroïde, et vont se perdre au milieu des réseaux de cellules du corps olivaire du côté opposé. Les fibres qui émergent des corps olivaires paraissent se disséminer au milieu des interstices des fibres spinales ambiantes. Elles contribuent à la constitution des premiers réseaux de substance grise périphérique qui commencent à apparaître au niveau de la région bulbaire.

7° Les fibres efférentes moyennes (pédoncules moyens) se dirigent toutes plus ou moins directement en avant, sous forme de fascicules curvilignes, et vont se perdre, après s'être partagées en deux divisions principales, l'une superficielle l'autre profonde, en presque totalité dans les régions du côté opposé à celui d'où elles sont sorties. Elles contribuent à former par leurs extrémités périphériques la substance grise de la protubérance.

8° Les fibres efférentes supérieures (pédoncules supérieurs) émergent, comme leurs congénères, de la cavité des corps rhomboïdaux, sous l'aspect de fascicules bien nettement constitués; elles vont se perdre, après s'être entrecroisées fibrilles à fibrilles, dans deux amas géminés de substance grise, situés de chaque côté de la ligne médiane, et qui sont pour elles ce que sont les corps olivaires pour les fibres pédonculaires inférieures.

9° Ces *corps olivaires supérieurs*, dont la texture et les éléments histologiques sont complétement comparables à ceux des olives inférieures, émettent à leur tour une série de fibres secondaires qui rayonnent dans toutes les directions.

Un premier groupe de fibres efférentes des olives supérieures va se disséminer au milieu des fibres spinales antérieures ambiantes.

Un deuxième, émergeant principalement des régions externes de l'olive supérieure, va contribuer, sous l'aspect de filaments excessivement multipliés, à la constitution d'un amas de substance grise, placé comme un *centre d'irradiation* fibrillaire nouveau, au milieu même du demi-cône formé par la juxtaposition des fibres spinales antérieures épanouies en éventail : ce centre supplémentaire d'irradiation de fibrilles nerveuses paraît plus particulièrement destiné à entrer en rapport avec les fibres spinales les plus internes.

Un troisième groupe, sous forme d'un fascicule cylindroïde, dirigé d'abord directement en avant, puis réfléchi bientôt sur lui-même en dehors, émerge des portions les plus antérieures de la substance grise de l'olive supérieure, et se dissémine principalement au milieu des fibres spinales ascendantes appartenant aux régions bulbaires et probablement sous-bulbaires.

10° Il résulte des modifications successives que subissent les fibres pédonculaires, une fois qu'elles sont arrivées à la dernière période de leur parcours ;

Qu'elles deviennent ainsi les origines d'un véritable lacis plexiforme de substance grise, continu de bas en haut, depuis la région bulbaire jusqu'à la région du corps strié ;

Que ces laxis plexiformes sont constitués, inférieurement, par les anastomoses réciproques des fibres pédonculaires inférieures ; à la protubérance, par les fibres pédonculaires moyennes ; et à la région supérieure, par les fibres pédonculaires supérieures, médiates ou immédiates ;

Que ces divers dépôts de substance grise paraissent solidairement associés dans le sens vertical ; qu'ils sont composés de cellules, en général douées de caractères homologues ; que presque

toutes ces cellules sont ovoïdes, d'une coloration jaunâtre tout à fait spéciale; qu'un certain nombre d'entre elles présentent des dépôts pigmentaires très-considérables, qui donnent à leur ensemble un aspect particulier (la substance grise du *locus niger de Sœmmering*, représente la série des expansions périphériques d'une portion des fibres pédonculaires supérieures, dont les cellules sont plus fortement chargées de granulations pigmentaires que celles de la région bulbaire);

Que ces agglomérations successives de substance grise, réparties dans toute la hauteur des régions supérieures de l'axe spinal, représentent bien la sphère de l'activité propre du cervelet, au sein de laquelle est conduit, comme dans un appareil de dissémination périphérique, l'influx spécial auquel il donne naissance.

11° Les traînées de substance grise, appartenant aux expansions terminales des fibres pédonculaires, affectent toutes, et *exclusivement*, avec le système des fibres spinales antérieures, des rapports excessivement intimes. Elles s'insinuent d'abord au milieu des interstices des fascicules spinaux ascendants, dissocient par leur interposition leurs fascicules les uns des autres, puis se faufilent au milieu des groupes de fibres secondaires, qu'elles écartent ainsi successivement. Elles arrivent de cette sorte à se trouver par degrés en contact avec la fibre spinale primitive elle-même. Alors la fibre cérébelleuse se dissocie dans ses éléments fondamentaux, son *cylinder axis* s'effile, sa gaîne s'allonge en filaments à l'extrémité desquels se trouvent de petites cellules caractéristiques, et ce faisceau d'éléments cérébelleux dissociés s'accole sur la continuité de la fibre spinale antérieure (amincie elle-même, et déjà préparée à recevoir cet appoint surnuméraire), et constitue avec elle un véritable *couple anatomique*, et une seule même *combinaison* de deux éléments nerveux, préalablement isolés.

12° Cette combinaison nouvelle que contracte la fibre cérébelleuse avec la fibre spinale antérieure, est la *caractéristique* de la manière d'être des fibres pédonculaires cérébelleuses avec les éléments spinaux antérieurs. La fibre cérébelleuse, une fois fusionnée avec la fibre spinale, ne l'abandonne pas ainsi; elle s'attache à elle comme une tige volubile, et la poursuit jusqu'à son arrivée

au contact des grosses cellules de la substance grise du corps strié. Là, en effet, on constate encore que ces grosses cellules qui sont destinées à entrer en rapport avec les fibres spinales antérieures, sont recouvertes, sur leur paroi, d'une série de petites cellules jaunâtres, d'un aspect caractéristique, lesquelles ne sont autre chose qu'une expansion lointaine des fibres pédonculaires cérébelleuses. Elles apportent ainsi la preuve anatomique directe de la propagation de l'action du cervelet (dont elles représentent les appareils de dissémination périphérique) jusque sur les grosses cellules de la substance grise du corps strié, lesquelles se trouvent ainsi, soit médiatement, soit immédiatement, ressentir l'influence de l'innervation cérébelleuse.

DE LA DÉVIATION LATÉRALE DE LA MACHOIRE SUPÉRIEURE ET DE SES CONSÉQUENCES CHEZ LES RONGEURS

Par M. A. GOUBAUX,

Professeur d'anatomie et de physiologie à l'École vétérinaire d'Alfort, etc.

§ 1. — Historique et considérations préliminaires.

L'*Histoire de l'Académie royale des sciences* (année 1768, p. 47) contient plusieurs documents intéressants sur la question que je me suis proposé d'étudier; je vais les rapporter, afin qu'on puisse voir en quoi mon travail diffère de celui de mes devanciers. Voici ce qu'on lit dans cet ouvrage :

« Les dents des animaux ont ordinairement leur accroissement et leurs limites marquées par la nature; elles passent cependant quelquefois ces limites dans l'homme et même dans quelques animaux. M. Fougeroux, parlant sur ce sujet, rapporta que M. de Jussieu avait eu chez lui un de ces animaux du genre des lapins, et qu'on nomme vulgairement *cochon d'Inde:* il s'aperçut que les dents in-

cisives de cet animal s'allongeaient prodigieusement et à tel point qu'il fallait les lui casser et les lui limer de temps en temps pour qu'il pût prendre sa nourriture, sans quoi il était obligé de jeter en l'air les herbes dont il se nourrissait, et de les retenir adroitement pour les faire entrer dans sa gueule, sans les couper comme à l'ordinaire avec ses dents incisives. M. Fougeroux ajouta qu'il avait observé le même accroissement de dents sur plusieurs lapins, et fit voir quelques-unes des têtes de ces animaux. M. le duc de Chaulnes et M. Morand, qui avaient observé la même chose, firent voir de pareilles têtes. Il résulte de toutes ces observations que le genre du lapin est plus sujet qu'on ne pense à cet allongement des dents, qui doit faire périr beaucoup de ces animaux, par la difficulté de se nourrir qu'il leur cause. Ce phénomène s'observe quelquefois dans l'homme, mais on sait dans notre espèce venir au secours de la nature, et l'on se débarrasse de ces dents, soit en les arrachant, soit en les limant, pour les empêcher de défigurer ou d'incommoder ceux qui les portent, ce qui rend cet inconvénient très-rare parmi les hommes. »

Ainsi, en 1768, l'attention fut éveillée par divers observateurs sur l'allongement extraordinaire que présentent quelquefois les dents chez les lapins : personne ne se préoccupa de la cause de cet allongement, et ces faits restèrent pendant fort longtemps en quelque sorte ensevelis dans les pages où ils avaient été consignés.

Il faut arriver à Legallois pour trouver de nouvelles observations, dans une *note sur les dents des lapins et des cochons d'Inde*. J'ignore si cette note a été publiée par Legallois, qui mourut au mois de février 1814, mais elle est insérée dans les *Œuvres de C. Legallois avec des notes de Pariset* (2 vol. in-8° ; Paris, 1830 ; voy. t. Ier, p. 285). Quoi qu'il en soit, voici cette note, que je crois devoir reproduire ici, parce qu'elle contient des observations qui ne sont pas assez généralement connues.

« Je me suis assuré, dit Legallois, par des observations répétées presqu'à tous les âges, sur les lapins et sur les cochons d'Inde, que ces animaux n'ont point de dents de lait, et qu'ils conservent pendant toute leur vie celles qui leur viennent avant ou après la naissance. Ces dents sont légèrement coniques ou pyramidales,

tronquées dans le jeune animal; en sorte qu'à mesure qu'elles s'usent par la couronne, la partie qui pousse de l'alvéole est de plus en plus grosse ; ce qui continue jusqu'à ce que l'animal, ayant acquis à peu près tout son développement, ses dents soient prismatiques. Ce fait indique assez clairement la cause finale du remplacement des dents, chez les espèces qui y sont sujettes. Il est bien prouvé maintenant que les dents sont des substances excrétées qui, ne croissant point par intussusception, restent constamment telles qu'elles étaient au sortir de l'alvéole. Dans cet état de choses, celles qui garnissent les arcades alvéolaires d'un jeune animal, et qui sont en rapport avec les dimensions de ses mâchoires, ne devaient plus l'être dans le même animal devenu adulte, et c'eût été particulièrement le cas des carnassiers, dont les dents ne s'usent point, et cessent de pousser après leur entière sortie. Pour remédier aux inconvénients des dents stationnaires dans des mâchoires qui continuent de croître en tout sens, la nature a employé deux moyens : le remplacement des premières dents et l'éruption tardive des autres. Mais il est évident que, dans les animaux tels que le lapin et le cochon d'Inde, dont les dents poussent continuellement en devenant de plus en plus grosses, à mesure qu'elles s'usent par la couronne, les dents et les mâchoires devaient rester dans le même rapport à tous les âges, et qu'ainsi le remplacement était inutile; et, en effet, il n'a pas lieu. On peut déduire des mêmes principes la raison pour laquelle les ongles et beaucoup d'autres corps de cette nature qui sont, comme les dents, des substances excrétées, ne tombent point pour être remplacées..... »

Enfin, dans un mémoire qui a été lu à l'Académie royale de médecine, le 23 juillet 1822, par M. J. E. Oudet, sous le titre de : *Expériences sur l'accroissement continué et la reproduction des dents chez les lapins, considérées sous le rapport de leur application à l'étude de l'organisation des dents humaines*, je trouve plusieurs choses très-intéressantes pour le sujet dont je m'occupe.

« Les expériences que nous avons faites sur les lapins, dit M. le docteur Oudet, ont eu pour but de démontrer :

1° L'accroissement continué des dents;

2° La reproduction totale de ces organes.

I. L'accroissement continué des dents chez les rongeurs paraît être une des conditions de leur existence. Si l'on réfléchit à la nature des substances dont la plupart de ces animaux se nourrissent, on reconnaît facilement que l'usure aurait bientôt détruit leurs dents, si la nature ne s'y était opposée, en accordant à leur appareil dentaire une disposition particulière. L'absence des canines chez eux, et l'impossibilité où ils sont de remplacer l'action des dents incisives par celle des molaires dont sont armées leurs mâchoires, tout rendait ici cette disposition nécessaire ; aussi voyons-nous que, soit que la destruction des incisives provienne du travail de la mastication, soit qu'elle dépende de quelques causes accidentelles, la nature tend toujours à instituer ou à rétablir entre leurs dents les rapports de régularité et de correspondance si nécessaire pour les fonctions qu'elles ont à exercer ; de sorte que par un double mouvement d'accroissement et d'usure ces organes, dans l'état ordinaire, conservent toujours leur même longueur. Cet accroissement des dents est facile à démontrer :

« 1° Si l'on pratique avec une lime une rainure à la surface d'une incisive, on ne tarde pas à voir la marque tracée par l'instrument s'élever vers le bord libre de la dent, et finir par disparaître avec elle.

» 2° Le défaut d'usure, soit qu'il résulte de l'absence des dents à l'une des mâchoires, ou qu'il provienne, par suite d'un développement dans une direction vicieuse, du manque de rencontre de ces organes, en détermine toujours l'allongement.

» 3° Si l'on rompt avec une pince coupante au niveau de la gencive une dent incisive ou molaire appartenant à un jeune ou à un vieux lapin, on observe au bout de plusieurs jours que cette dent a repris sa première longueur. Sur quelques-uns de ces animaux, j'ai répété plusieurs fois sur la même dent la même expérience, et de manière à avoir enlevé, par ces diverses opérations, toute la longueur présumée de cette dent, et j'ai obtenu chaque fois le même résultat. L'animal ayant été tué quelque temps après, j'ai examiné et comparé la longueur de cette dent, y compris la portion enfermée dans l'alvéole, et je l'ai trouvée semblable à

celle qui l'avoisinait, et à laquelle je n'avais pas touché, etc. »

C'est sans doute d'après les résultats des faits précédents que M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire a dit que les parties cornées, épidermiques, et les dents des rongeurs dont l'accroissement se continue pendant toute la vie « peuvent acquérir des dimensions très-considérables toutes les fois que les circonstances qui ordinairement les retiennent dans les limites de l'état régulier, cessent d'avoir lieu. C'est ce qui arrive, par exemple, à une incisive de lapin, si celle qui lui est opposée dans l'état normal vient à manquer. » Plus loin, le même auteur a dit encore : « on a vu chez des rongeurs des incisives tellement contournées et en même temps tellement longues qu'elles décrivaient deux tours de spirales (1). »

Il résulte des extraits précédents :

1° Que les dents du lapin sont persistantes, c'est-à-dire que celles qui poussent quelque temps après la naissance persistent pendant toute la durée de la vie de ces animaux ;

2° Que les dents du lapin poussent continuellement ;

3° Que les dents du lapin se reforment, si lorsqu'on en fait l'extraction, on n'en enlève pas la pulpe.

4° Que, dans quelques cas, les dents du lapin acquièrent une longueur très-considérable, et qu'on a attribué cette anomalie à un défaut de rapport normal entre ces dents, soit à cause de leur direction vicieuse, soit par suite de l'absence de la dent correspondante à la mâchoire opposée.

Après toutes ces considérations préliminaires, je vais faire connaître de nouvelles observations relativement à l'accroissement extraordinaire des dents des lapins : elles m'ont permis de rattacher les effets à leur véritable cause.

§ 2. — Observations.

OBSERVATION I. — M. Mainbœuf, alors qu'il était receveur des contributions indirectes à Creteil (Seine), m'a dit qu'il avait possédé pendant long-

(1) *Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux*, par Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. Paris, 1832. Voyez t. I, p. 412 et 413.

temps un lapin de garenne qui présentait un développement extraordinaire des dents incisives. Ces dents étaient tellement longues que l'animal avait beaucoup de difficulté à prendre ses aliments. Enfin les choses arrivèrent à ce point, que l'animal étant devenu extrêmement maigre, on fut obligé de le sacrifier. Il est indubitable que cet animal aurait fini par mourir, à cause de l'impossibilité dans laquelle il se serait trouvé de pouvoir prendre des aliments.

Je cite seulement cette observation, car je n'ai vu cet animal ni pendant sa vie ni après sa mort.

Observation II. — Le sujet de cette observation, qui a appartenu à M. Colin, est mort d'inanition. Voici ce que je remarque sur la tête de cet animal.

a. Les dents incisives de la *mâchoire inférieure* sont très-longues, contournées d'arrière en avant et de bas en haut, et divergentes du côté de leur extrémité libre, car en ce point elles sont écartées l'une de l'autre de $0^m,025$.

Celle du côté gauche a une longueur de $0^m,057$.

Celle du côté droit a une longueur de $0^m,054$. Cette dernière est contournée à droite, de bas en haut et d'arrière en avant, tandis que celle du côté gauche est contournée plus régulièrement en haut et en avant.

b. Les incisives de la *mâchoire supérieure* sont beaucoup plus recourbées que les premières : elles sont contournées de haut en bas et d'avant en arrière. De plus, elles sont divergentes aussi à leur extrémité libre, mais celle du côté droit est plus déviée en dehors que celle du côté gauche. Entre l'extrémité libre de ces deux dents, il y a un écartement égal à celui qu'on a constaté pour les incisives inférieures.

L'incisive supérieure gauche a une longueur de $0^m,045$.

Celle du côté droit a une longueur de $0^m,034$.

Les deux petites incisives ont aussi acquis une longueur considérable ; je me borne à le signaler, sans entrer dans aucun détail en ce qui les concerne.

Observation III. — Le sujet de cette observation est mort d'inanition aux hôpitaux de l'école d'Alfort. Je dois à l'obligeance de mon collègue M. H. Bouley d'avoir pu préparer le squelette de la tête de cet animal.

Chez ce sujet, les dents incisives ont aussi une longueur beaucoup plus considérable qu'à l'état ordinaire. Ainsi :

a. Celles de la *mâchoire inférieure* sont recourbées de bas en haut et d'arrière en avant, et la droite est sur un plan postérieur à celui de la gauche.

L'incisive inférieure gauche a une longueur de $0^m,021$, et celle du côté droit de $0^m,020$.

b. Celles de la *machoire supérieure* sont beaucoup plus contournées, et elles sont dirigées de haut en bas et d'avant en arrière.

L'incisive gauche a une longueur de $0^m,018$, et celle du côté droit de $0^m,017$.

Ces deux dernières observations sont très-intéressantes : leur rapprochement augmente encore l'intérêt qu'elles présentent. Pourquoi, en effet, cet accroissement extraordinaire des incisives? Faut-il, pour se rendre

compte de la raison de cet accroissement, se borner à admettre que les dents des lapins, croissant d'une manière continue, n'ont pu s'opposer les unes aux autres, celles de la mâchoire inférieure à celles de la mâchoire supérieure? ou bien faut-il admettre qu'il y a eu seulement chez ces deux animaux une direction vicieuse des dents? Je ne le pense pas.

Chez les chevaux, où l'on remarque assez communément, chez les vieux surtout, des accroissements des dents presque aussi extraordinaires que chez les lapins, on ne pourrait pas s'appuyer sur la même considération que je vais exposer. Chez le cheval, il est certain que lorsqu'une dent incisive ou une dent molaire manque à l'une des mâchoires, la dent qui lui correspond dans la mâchoire opposée augmente de longueur, mais chez les lapins la cause est d'un tout autre ordre, bien que toujours cet accroissement extraordinaire soit dû à un défaut de rapport entre les dents des deux mâchoires. Mais quelle est la cause de ce défaut de rapport? c'est là ce qu'il faut examiner.

A. Sur la tête du sujet de l'observation n° 2, je remarque, quand la mâchoire supérieure repose sur l'inférieure, que les dents incisives inférieures sont projetées en avant comme les défenses d'un éléphant, et qu'elles sont sur un plan bien antérieur à celui qu'occupent celles de la mâchoire supérieure, car il y a, entre l'extrémité libre de l'incivise inférieure du côté gauche et l'extrémité inférieure de l'épine nasale, une distance égale à $0^{m},013$. De plus, je remarque que la suture médiane de la face antérieure de la tête est déviée à droite, à partir de l'extrémité supérieure des sus-nasaux. Cette déviation devait être mesurée, et je ferai tout à l'heure connaître par des chiffres quel en est le degré.

Examinons maintenant, sous le même rapport, la tête du sujet de la troisième observation.

B. Chez cet animal, les dents incisives de la mâchoire supérieure sont à peu près sur la même ligne que celles de la mâchoire inférieure, mais les premières tombent à gauche des secondes. De plus, on constate aussi sur cette tête une déviation de la mâchoire supérieure, beaucoup plus développée que sur la tête précédente. Cette déviation commence, en haut, à partir du bord supérieur du frontal, car la suture qui réunit les deux moitiés latérales de cet os décrit une courbe dont la concavité regarde à gauche : cette direction de la suture fait comprendre la situation anormale des incisives supérieures qui sont à gauche des inférieures.

Après avoir constaté ces faits, si l'on considère la tête bien conformée d'un lapin adulte, on voit que la ligne médiane de la mâchoire supérieure correspond très-exactement à celle de la mâchoire inférieure (1), et que les dents se correspondent très-exactement.

(1) Il est rare, chez la plupart des animaux, que la suture médiane du frontal corresponde très-exactement à celle des os propres du nez, et cela est sans doute nécessaire pour qu'il y ait plus de solidité dans les rapports articulaires des os. On remarque, en effet, que la suture du frontal tombe tantôt à droite, tantôt à gauche

Pour mesurer le degré de déviation de la ligne médiane, sur les têtes des deux sujets dont je m'occupe, voici ce que j'ai fait :

J'ai tiré une ligne passant par le centre des deux articulations temporo-maxillaires ou une perpendiculaire à la ligne médiane. Puis, j'ai placé chaque tête sur une ligne droite qui aurait dû la diviser en deux parties égales, si elle avait été régulièrement conformée. Voici les résultats de ces examens.

1° Sur la tête du sujet de la deuxième observation, la ligne médiane, au niveau du bord antérieur des deux petits sus-maxillaires (intermaxillaires), tombe à droite de la normale, et forme avec elle un angle dont les côtés sont écartés de $0^m,004$.

2° Sur la tête du sujet de la troisième observation, la ligne médiane, au niveau du bord antérieur des deux petits sus-maxillaires, tombe à gauche de la normale, et forme avec elle un angle dont les côtés sont écartés de $0^m,005$.

Dans une tête de lapin adulte et bien conformé, le bord libre des incisions de chacune des mâchoires forme une ligne transversale de $0^m,006$, et ces dents se correspondent très-exactement par toute l'étendue de leur bord libre. Au contraire, chez les deux animaux dont nous savons quelle était la longueur extraordinaire des dents, il n'y a jamais eu de rapports réguliers des dents, à cause de la déviation de la mâchoire supérieure.

Or, du moment où le rapport des dents était irrégulier, l'usure a dû être aussi irrégulière, et dès lors les incisives ont dû commencer à s'éloigner de leur direction normale. Si l'on ajoute à cela que les dents des lapins ont un accroissement continu, je crois qu'on pourra se rendre compte de la longueur extraordinaire qui avait été déjà observée plusieurs fois chez ces animaux et dont je viens de rapporter encore quelques exemples.

Je n'ajouterai plus que quelques mots relativement à la conséquence de cette longueur extraordinaire des dents.

Il est évident que dans cet état les animaux doivent fatalement arriver à ne pouvoir plus prendre leurs aliments, et que, par conséquent, à la longue, ils finiraient par périr d'inanition : car les dents incisives, avec leur longueur excessive, forment alors une sorte de grille de clôture à l'ouverture de la bouche.

Si les lapins avaient une plus grande valeur, il serait assez facile de remédier en partie à cette difformité par une opération très-simple, qui consisterait à ramener les dents à leur longueur ordinaire. Ce serait là seulement un palliatif qui permettrait aux animaux de se nourrir, mais qui, évidemment, ne remettrait pas les choses dans l'état normal, puisqu'il y a un défaut de rapport de direction entre le grand axe des deux mâchoires.

de celle des sus-nasaux et que très-rarement ces deux sutures se correspondent exactement ou se trouvent sur la même ligne. Ce fait, que j'avais remarqué depuis longtemps, a été vérifié au mois de mars 1853 dans les galeries d'anatomie comparée au Muséum d'histoire naturelle, et M. Emmanuel Rousseau et moi nous n'y avons rencontré ce jour-là qu'un seul squelette, celui d'une antilope bubale, qui fît exception à mon observation.

§ 3. — Conclusions.

Les lapins présentent quelquefois une longueur extraordinaire des dents incisives qui finit par les faire périr d'inanition.

Cette longueur extraordinaire des dents est due à deux causes :

1° A l'accroissement continu des dents ;

2° A une déviation latérale de la mâchoire supérieure, d'où résulte un défaut de rapports normaux entre les dents incisives des deux mâchoires.

On peut obvier en partie aux conséquences plus ou moins prochaines et funestes de cette longueur excessive des dents incisives, en les ramenant à leur longueur normale, c'est-à-dire en retranchant une partie de leur extrémité libre, à l'aide de pinces coupantes.

MÉMOIRE SUR LE DÉVELOPPEMENT DES VERTÈBRES ATLAS ET AXIS

Par M. Ch. ROBIN

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

(Pl. VII, VIII, IX et X.)

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Le but essentiel de ce travail est l'étude du développement des vertèbres *atlas* et *axis;* elles offrent cette particularité que la première constitue un anneau vertébral sans corps, tandis que la seconde a deux corps soudés en un seul par un anneau vertébral unique. L'apophyse odontoïde, en effet, représente le corps de l'atlas qui, pendant un certain temps, est distinct de celui de l'axis auquel il s'unit vers l'époque à peu près où les lames vertébrales et leur dépendance se soudent au centre ou corps qui leur correspond.

Les deux premiers paragraphes de ce mémoire sont consacrés

à l'examen de ce sujet. Le troisième est un complément indispensable des deux autres, et traite au fond le même problème; mais en l'envisageant, non plus au point de vue de l'évolution des cartilages qui précèdent les vertèbres osseuses, mais de la production de l'os se substituant à ces cartilages. Enfin une note qui paraîtra dans le prochain numéro traitera de questions qui touchent indirectement aux précédentes, et relatives spécialement aux conditions de l'apparition de la substance osseuse, avec ou sans cartilage préexistant, en prenant pour exemple de ce dernier cas la génération des os maxillaires supérieur et inférieur.

§ I. — Sur quelques faits concernant l'apparition du cartilage d'ossification des vertèbres en général.

Lorsque les embryons des mammifères ont atteint une longueur de 4 à 6 millimètres (cochon d'Inde, lapin, rat, chien, mouton, porc, vache, embryons humains), on voit vers le milieu de la notocorde apparaître autour d'elle, comme axe, le cartilage du corps de trois à quatre vertèbres thoraciques, primitivement annulaire par rapport à elles. Leur nombre augmente assez rapidement pendant les jours suivants, tant en avant qu'en arrière, jusqu'à ce qu'ils aient atteint le chiffre de vingt-quatre. L'apparition des cartilages des vertèbres sacrées et coccygiennes se fait ensuite plus lentement. Les uns et les autres de ces cartilages sont séparés par des espaces réguliers, d'abord plus clairs et beaucoup plus étroits qu'eux. Le tissu propre des disques intervertébraux naissant peu de jours après, ces espaces deviennent plus foncés que les cartilages et que la notocorde par laquelle ils sont traversés comme ces derniers. Plus tard, mais assez longtemps avant l'apparition des premiers points d'ossification dans les corps vertébraux thoraciques, etc., la notocorde augmente de volume, s'épaissit ou se dilate régulièrement en forme de varicosités ovoïdes, fusiformes ou lenticulaires au centre de chaque disque intervertébral (voy. pl. VII, IX et X, fig. 2, 6, 7 et 8), depuis le premier jusqu'au dernier du coccyx, y compris ceux du sacrum. Ces dilatations persistent partout où les vertèbres ne se soudent pas, jusqu'à un âge qui varie d'une espèce animale à

l'autre, et constituent les cavités pleines de la substance gélatiniforme des disques intervertébraux.

L'apparition des cartilages du corps de chaque vertèbre autour de la notocorde, pendant qu'elle est encore cylindrique, a lieu avant celle de la substance cérébro-rachidienne. Chaque cartilage se produit circulairement tout autour de la corde dorsale, et non sous forme de deux moitiés, l'une droite et l'autre gauche, qui se réuniraient ensuite au-dessus et au-dessous de celle-là. Dès l'origine, il y a une épaisseur de cartilage presque aussi considérable du côté où sera la moelle épinière qu'à droite et à gauche; mais en avant, cette épaisseur est beaucoup moindre et reste telle jusqu'à la fin. (Les figures 4 et 5, pl. VIII, permettent de se rendre compte de ce fait d'après la situation du canal que traverse la notocorde, et qu'on voit vers la convexité de ces figures.)

De très-bonne heure les côtés des corps vertébraux cartilagineux s'accroissent plus vite que les portions qui sont antérieures et postérieures par rapport à la notocorde (1). Celle-ci

(1) Selon Baer (1828 et dans Burdach, *Physiologie*, trad. fr., Paris, 1838, t. III, p. 219), « pendant que les lames dorsales se rapprochent chacune l'une de l'autre par leurs bords supérieurs, on voit paraître dans leur intérieur les vertèbres, *chacune en deux pièces*. Ces vertèbres sont constituées comme la corde dorsale par des grains très-serrés, formant des taches entourées d'auréoles claires. Il n'existe là encore aucune trace d'une autre texture plus analogue à celle du cartilage. » D'après Rathke (*Ueber die Entwickelung des Schädels der Wirbelthiere. — Vierter Bericht ueber das Wissenschaftliche Seminar zu Kœnigsberg*, Kœnigsberg, 1839, in-4), l'apparition du corps des vertèbres commence par un dépôt à droite et à gauche de la corde dorsale, formé d'un blastème partout uniforme, composé de grains grossiers. Puis il croît et s'avance tant au-dessus qu'au-dessous de la corde qu'il recouvre au bout de quelque temps; mais il augmente d'épaisseur des deux côtés surtout, de sorte qu'il se forme à droite et à gauche de celle-là un grand nombre de *petites plaques quadrilatères*, toutes séparées les unes des autres par des intervalles étroits, moins épais, plus transparents. Les premières apparaissent au milieu de l'embryon, à peu près où sera plus tard la poitrine, puis leur nombre s'accroît tant en avant qu'en arrière surtout. En croissant à la rencontre l'une de l'autre, ces petites plaques se soudent au-dessus et au-dessous de la corde dorsale et forment alors un anneau entourant cette dernière. Depuis que ces descriptions ont été publiées, on a toujours pris pour la réalité les apparences physiques précédentes, qui résultent de la disposition anatomique des parties indiquées dans le texte, mais qui prises pour ce qu'elles semblent être au premier coup d'œil induisent en erreur. Le fait est que les cartilages apparaissant comme il va être dit plus loin, forment de prime abord des anneaux entourant la notocorde, mais réfractant la lumière bien moins fortement que celle-ci qui prend ainsi l'aspect d'une bande claire, presque brillante; leur substance est dissimulée de la sorte pour l'œil, si on ne les examine pas sous toutes leurs faces.

étant plus transparente encore que le tissu cartilagineux ou *vice versâ*, selon le mode d'éclairage adopté, il en résulte que les vertèbres, vues de dos ou de face, semblent au début divisées en deux moitiés distinctes, paraissant quadrilatères, séparées par la corde dorsale, tandis qu'en réalité il y a continuité de l'une avec l'autre, bien que ce soit encore seulement par une faible épaisseur de cartilage au niveau de cette dernière. C'est ce que montrent les coupes faites à dessein ou les hasards de la préparation qui, en dissociant les premières petites masses des corps de vertèbres apparues et brisant la notocorde, font tourner vers l'œil de l'observateur les faces symphysaires des cartilages (fig. 4 et 5).

Les corps vertébraux sont les premiers cartilages qui apparaissent dans l'économie. On peut suivre les phases de leur génération sur les vertèbres du dos en prenant de très-jeunes embryons de lapin et de cochon d'Inde. On le peut aussi sur les embryons plus âgés de ces mêmes animaux, et de rat, de vache, de truie, etc., en observant les vertèbres coccygiennes, depuis celles qui sont au début de leur apparition jusqu'à celles qui sont entièrement développées.

Cette génération consiste en une genèse simultanée de noyaux ovoïdes et d'une substance amorphe hyaline interposée. Par rapport à cette dernière, chaque noyau se trouve ainsi englobé ou inclus dans une cavité qu'elle limite et qu'elle remplit; chaque cavité représente un chondroplaste, dont le noyau est alors le seul contenu, plus tard constitué par une ou plusieurs cellules. Il n'est pas rare pourtant de trouver deux noyaux contigus dans une seule de ces cavités.

Ces noyaux sont un peu plus petits, plus granuleux et plus foncés que ceux du tissu embryoplastique ambiant, aussi les petites masses ou noyaux que forme le cartilage autour de la notocorde sont-ils moins transparents que ce tissu (1). L'observateur

(1) A l'époque où naissent les cartilages des corps vertébraux autour de la notocorde, il n'existe plus de *cellules embryonnaires* ou *de la tache embryonnaire*, appelées aussi par divers auteurs *cellules primitives*, *cellules primaires*, *cellules des feuillets animal et végétatif de l'*AREA GERMINATIVA (*Histoire du développement*, Paris, 1845, in-8, trad. fr., p. 685, et Atlas, pl. VIII, fig. 49, B et C, p. 425). Dans beau-

est en quelque sorte averti du début de la genèse de chaque corps de vertèbres par l'apparition autour de la notocorde d'une petite masse foncée à contours diffus ; car dans les premiers jours les bords du cartilage sont pâles, dépourvus de périchondre et par suite semblent mal limités.

Dans le principe, la substance fondamentale homogène du cartilage est molle et se laisse écraser facilement jusqu'à dissociation et mise en liberté des noyaux qu'elle englobait. Mais peu à peu elle prend plus de consistance, et en même temps elle augmente de quantité, de sorte que les noyaux se trouvent plus écartés les uns des autres qu'au début, et le cartilage devient plus transparent. En même temps aussi les cavités qu'elle limite et qui se trouvaient remplies exactement par chaque noyau, deviennent irrégulièrement ovoïdes ou triangulaires ou mieux pyramidales. Elles grandissent, et par suite leur contour s'éloigne de celui du noyau ; l'intervalle qui sépare ces deux surfaces se remplit d'une substance finement grenue représentant un corps de cellule par rapport au noyau central.

On constate facilement qu'après les corps vertébraux, de chaque côté d'eux et à un niveau un peu plus élevé que le leur, naissent

coup d'ouvrages, l'expression de *cellules blastodermiques* et de *cellules embryonnaires* désigne à la fois et sans distinction aucune : 1° les *cellules de la vésicule blastodermique*, dont : *a.* celles du *feuillet externe* vont bientôt devenir les cellules du *chorion* et les cellules pavimenteuses de l'*amnios* autour de la tache embryonnaire ; *b.* celles qui sont sous-jacentes ou plus internes, qui vont constituer les *cellules de la vésicule ombilicale*, distinctes pourtant des précédentes, et l'une de l'autre dans les deux parois qu'elles forment ; 2° les cellules des feuillets de l'*area germinativa* ou *tache embryonnaire*, dites ici *cellules embryonnaires*. Ces dernières cellules sont déjà remplacées par les noyaux embryoplastiques, au moins dans les *lames dorsales* et *ventrales* et autour de la notocorde, où ces noyaux forment le tissu embryoplastique au sein duquel naissent les cartilages vertébraux, puis les premiers faisceaux musculaires, puis les cartilages des côtes, des clavicules et des membres. Ces noyaux embryoplastiques. bien que moins longs et généralement un peu plus grenus qu'ils ne le seront plus tard, lorsqu'au lieu d'être l'élément fondamental des parois du corps embryonnaire, ils seront devenus un élément accessoire de la plupart des tissus, ces noyaux sont cependant un peu plus gros et plus ovoïdes que ceux des cartilages naissants. Cette absence de cellules embryonnaires à l'époque et dans la région où naissent les premiers cartilages apparus, montre qu'on ne saurait admettre que le cartilage est formé par la soudure de cellules de cette espèce à l'aide d'une substance hyaline, comme presque tous les auteurs l'admettent encore depuis Schwann (*Mikroskopische Untersuchungen*, etc., Berlin, 1838, in-8, p. 114 et 115).

de la même manière autant de paires de petites masses foncées, devenant bientôt plus transparentes que les tissus voisins puis nettement d'aspect cartilagineux. Ces masses représentent le cartilage de chacun des groupes appendiculaires latéraux des vertèbres, ainsi que le montre leur évolution ultérieure, c'est-à-dire les apophyses articulaires et transverses de toutes les vertèbres, y compris les sacrées et les coccygiennes. Distinctes du corps vertébral correspondant, elles se soudent plus tard à lui par leur portion rétrécie la plus rapprochée de celui-là, portion qui forme le pédicule de l'anneau. Ce n'est qu'après cette soudure, que de chacune de ces petites masses latérales s'élève la lame vertébrale correspondante; puis ce n'est qu'à la suite de la soudure bien plus tardive des deux lames l'une avec l'autre, derrière la moelle épinière, que se développe l'apophyse épineuse, dernière partie formée dans chaque vertèbre. Ainsi, au point de vue de sa génération, la vertèbre n'est pas essentiellement un anneau, ainsi qu'on le dit quelquefois; son passage à l'état d'anneau marque une des dernières phases de son évolution, et les lames ne naissent point de l'apophyse épineuse: c'est l'inverse qui a lieu. Les masses latérales des vertèbres, nées comme cartilages distincts, puis soudées à la série des corps vertébraux correspondants formant l'axe squelettique, donnent naissance aux lames, à la manière d'une poussée qui en est une dépendance; puis, après la réunion de ces lames encore cartilagineuses, c'est leur portion soudée sur la ligne médiane qui s'allonge en apophyse épineuse.

Les cartilages d'ossification des côtes ne se produisent pas à la fois sur toute la longueur qu'ils doivent avoir, mais se développent du rachis vers le sternum. Ces cartilages apparaissent assez tard après les corps vertébraux correspondants, comme pièces distinctes de ceux-ci et des masses latérales ci-dessus, contiguës et non continues avec elles. Il m'a paru même, chez un embryon de chien, que les apophyses transverses (ou costiformes) lombaires, qui chez l'adulte sont soudées aux côtés du corps à la base du pédicule de l'arc vertébral, il m'a paru, dis-je, que ces apophyses naissent comme les côtes, par un cartilage distinct qui se soude bientôt au corps de vertèbre. En raison du moins de transparence des

cartilages au moment de leur naissance, par rapport à ce qu'ils seront plus tard, leur portion contiguë aux vertèbres et la plus anciennement formée, est plus transparente que l'autre extrémité, qui est libre dans les tissus des parois du corps du côté du sternum qu'elle n'atteint pas encore.

Sur les embryons humains longs de 24 millimètres du vertex au talon ou environ, et sur ceux des autres mammifères arrivés à des périodes correspondantes de leur évolution, on voit très-nettement dans l'épaisseur des parois thoraciques, les côtes claires, transparentes sous le microscope dans leur portion postérieure déjà nettement cartilagineuse. Mais au delà elles sont presque opaques et représentées par un prolongement antérieur presque opaque, composé seulement de noyaux granuleux contigus, ou à peu près, entre lesquels n'existe encore que fort peu de substance fondamentale hyaline.

Lorsque plus tard on observe les cartilages naissant dans les membres de l'embryon, encore sous forme de moignon, on constate aussi : *a.* qu'ils apparaissent également par génération simultanée de petits noyaux foncés rapprochés les uns des autres (fig. 5), tenus à la fois réunis et écartés par une petite quantité de substance homogène molle ; *b.* que les derniers nés, comme les cartilages des phalanges ou du tarse et du carpe, par exemple, sont bien plus foncés (quoique ayant un contour moins net qu'ils ne l'auront plus tard) que les cartilages des membres nés avant eux ; *c.* que du reste ils deviennent plus transparents à mesure que la substance amorphe interposée aux noyaux augmente de consistance et de quantité, de manière à écarter ceux-ci les uns des autres ; à mesure aussi que les noyaux grossissent un peu et que la cavité qu'ils remplissent grandit, de manière que son contour s'écarte de celui du noyau inclus. Ces phénomènes sont encore les mêmes lors de la génération des cartilages et fibro-cartilages permanents de la trachée, de l'épiglotte, de l'oreille, de tous les cartilages de l'économie en un mot.

Cette uniformité de phénomènes dans la génération des cartilages, depuis les premiers apparus jusqu'à une époque déjà avancée, c'est-à-dire jusqu'à une époque où il n'existe certainement plus

nulle part dans l'embryon de cellules embryonnaires, est importante à noter. Il n'importe pas moins de signaler que lorsqu'on dissocie le cartilage naissant, ce sont des noyaux et non des cellules qu'on met en liberté. A mesure que la substance homogène qui leur est interposée, qui les tient à la fois réunis et écartés, durcit et augmente de quantité, on voit de mieux en mieux que chaque noyau remplit une cavité limitée par cette substance homogène dans laquelle elle est comme creusée directement; que ces cavités s'écartent de plus en plus les unes des autres à mesure que cette substance augmente de quantité. On voit en outre que c'est lorsque ces cavités deviennent plus grandes que le noyau qu'elles contiennent, qu'il se produit autour du noyau une substance finement grenue, remplissant l'intervalle qui sépare celui-ci de la face interne de la cavité et représentant le corps d'une cellule dont le noyau précédent est le centre. Ce ne sont plus alors les noyaux seulement qui peuvent être isolés de la substance homogène fondamentale interposée aux cavités, mais ces cellules mêmes. A aucune époque, tant lors de l'apparition des cartilages encore mous, foncés, et à noyaux très-rapprochés que plus tard, il n'est possible de séparer cette substance fondamentale en autant de cellules qu'il y a de noyaux. On n'isole des cellules que lorsque celles dont il vient d'être question se sont produites dans les chondroplastes à mesure que ceux-ci s'agrandissaient (1).

(1) Ni au début de la génération des premiers cartilages des corps vertébraux, ni lors de l'apparition de ceux qui se montrent plus tard, on ne peut voir les cartilages se formant par des cellules, qui naissant d'abord se rapprocheraient pour se souder directement ou par l'intermédiaire d'une substance amorphe; pas plus qu'on ne peut dissocier ces cartilages nouveaux en cellules dont le corps serait formé par la substance fondamentale du cartilage, en totalité ou en partie, et auraient pour centre les noyaux signalés ci-dessus. Il n'est donc pas exact de dire avec Schwann et ses successeurs que le cartilage se développerait de cellules qui dans leur état primaire ne différeraient en rien des autres cellules primaires et qu'on ne saurait distinguer de celles qui, disposées autour d'elles, doivent servir à la formation d'autres tissus. Ce n'est pas non plus par rapprochement les unes des autres de ces cellules ni par leur réunion au moyen d'une substance hyaline intercellulaire que se forme le cartilage; substance d'abord si molle que les cellules tomberaient par le seul fait de la préparation ou d'une légère pression. Aucun des faits relatifs à la génération des premiers cartilages ne rentre dans ceux dits de génération endogène ni de prolification des cellules. C'est, comme on le voit, autrement que ne l'indiquent ces hypothèses qu'a lieu la genèse du tissu cartilagineux.

Une fois les corps vertébraux formés, en les séparant les uns des autres sur des embryons dont les tissus commencent à se ramollir, on peut en arracher la notocorde avec la gaîne tant qu'ils sont encore entièrement cartilagineux, tant qu'il ne s'y est produit aucun point d'ossification. Un canal central se voit facilement au centre du corps de la vertèbre, plus près de sa face antérieure que de sa face postérieure (pl. VIII, fig. 4). Il a chez l'homme 5 centièmes de millimètre de large ; il est cylindrique, nettement limité par une zone de substance fondamentale du cartilage qui sur une épaisseur de 15 millièmes de millimètre est entièrement homogène (fig. 5), hyaline, dépourvue de chondroplastes, et ceux-ci, ainsi que les noyaux qu'ils renferment, sont plus petits près d'elle que dans le reste de l'étendue du corps vertébral.

Cette disposition s'observe déjà sur les cartilages des corps vertébraux d'embryons bien plus jeunes, et cela dès l'époque où l'on peut isoler ces cartilages des tissus mous ambiants. L'existence de cette épaisseur relativement considérable de substance fondamentale hyaline du cartilage, dépourvue de cavités et par suite des noyaux qui les comblent à cet âge, prouve d'une manière nette qu'on ne saurait considérer cette matière interposée aux chondroplastes (ou mieux dans laquelle ceux-ci se trouvent être creusés) comme sécrétée par les cellules qu'ils contiennent.

Dès l'époque où les embryons mammifères ont 24 à 26 millimètres de long, ces noyaux, situés dans les chondroplastes, sans être sphériques, ont pour la plupart déjà grossi assez pour être plus larges et plus arrondis que les noyaux embryo-plastiques du tissu qui entoure les vertèbres. Ces derniers sont plus étroits, de même longueur, ou ordinairement plus longs que les premiers.

Dès cette époque aussi chaque cartilage commence à s'entourer d'une mince couche de corps fibroplastiques fusiformes, enchevêtrés sur deux ou trois rangs, indiquant le début de la formation du périchondre. C'est vers la même époque également que commencent à se distinguer les disques intervertébraux, comme composés par un tissu différent de ceux qui les entourent. Ils sont formés aussi, comme le périchondre naissant, par de courts corps fibroplastiques enchevêtrés presque tous dans le sens de la lon-

gueur du rachis, mélangés de beaucoup de noyaux embryoplastiques et de matière amorphe ; aussi est-il facile de les dissocier par la simple pression.

Malgré l'adhérence du tissu des disques au cartilage, adhérence qui croît de plus en plus, l'examen de ces organes à l'aide d'un grossissement de 300 diamètres environ, montre qu'il y a une différence très-marquée entre ces deux tissus. Cette différence devient plus tranchée encore vers l'époque où la notocorde se dilate au centre de chaque disque (fig. 2, *c*, et fig. 6, *f*), parce qu'alors les chondroplastes sont déjà écartés les uns des autres par un intervalle à peu près égal à leur propre diamètre. Ils sont aussi devenus assez grands pour n'être plus remplis par le noyau qu'ils contiennent. Ces particularités permettent en effet de voir plus facilement la limite nette du cartilage, qui se distingue bien de celle du disque, malgré leur contiguïté et leur adhérence moléculaire sans interposition de périoste.

Tant que les renflements de la notocorde au centre des disques qu'elle traverse ne sont pas encore prononcés (pl. VIII, fig. 3), on parvient parfois à en arracher la notocorde en même temps qu'on l'arrache des cartilages contigus, ou à l'isoler par dissociation du tissu fibreux naissant et encore très-mou (1).

(1) Les faits précédents prouvent nettement qu'il n'est pas exact de dire avec quelques auteurs que les corps vertébraux proviennent d'une chondrification de la gaîne de la notocorde, d'une transformation de la corde dorsale ou de son enveloppe (V. R. Owen, *Ostéologie comparée*, Paris, 1855, in-8, p. 137) en cartilage, et que les disques résultent de son passage à l'état fibreux ; de son passage à l'état de cartilage ici, de tissu fibreux au-dessous, et ainsi de suite alternativement, dans toute la longueur de la notocorde. Ces organes se produisent chacun à des époques et d'une manière différentes autour de cette enveloppe, mais celle-ci ne prend aucune part à ce phénomène. Les opinions précédentes ont pourtant été assez généralement admises depuis que Rathke s'est exprimé ainsi qu'il suit à ce sujet (Rathke dans Burdach, *Physiologie*, trad. fr., Paris, 1838, in-8, t. III, p. 139) : « *De cette gaîne* (de la corde dorsale chez les poissons) *poussent par paires*, entre la tête et le bout de la queue, un très-grand nombre de petites tiges dirigées vers le haut qui embrassent la moelle épinière sur les côtés. » (Nous avons vu que c'est le corps vertébral qui naît le premier chez les mammifères et que les arcs ainsi que les côtes et les apophyses transverses ne sont pas des prolongements des corps, mais naissent comme points cartilagineux distincts qui se soudent ensuite aux corps vertébraux correspondants, à l'exception des côtes toutefois quant à la soudure.) « Situées à l'intérieur des lames dorsales, elles ne consistent d'abord qu'en une gelée dense, mais plus tard

§ II. — Sur le mode d'apparition du cartilage d'ossification de l'atlas et de l'axis en particulier.

Lorsqu'on suit le mode d'apparition de l'atlas et du corps de l'axis en particulier sur de très-jeunes embryons mammifères, on observe les faits suivants.

C'est par deux petites masses cartilagineuses, distinctes bien que très-rapprochées, que naît le corps de l'axis, à une époque où les embryons de cochon d'Inde, par exemple, ont une longueur de 10 à 11 millimètres. Celle qui est en arrière a la forme de la troisième vertèbre cervicale, mais est un peu moins haute; l'autre, qui est au devant, est plus étroite dès son apparition, plus longue, conique à sommet mousse, à base presque aussi large que l'autre; elle est traversée dans toute sa longueur par la notocorde qui lui constitue un axe réel, facile à voir, parce que cette pièce est plus mince que les autres corps de vertèbres. Elle est contiguë à la première, mais la moindre pression l'en écarte. Un sillon assez profond, au niveau de leurs surfaces de contact, permet pendant longtemps de les distinguer facilement. Sur la ligne médiane, la base de la pièce antérieure ou *odontoïde* est légèrement concave, d'où résulte que là existe (pl. VIII, fig. 3, *e*) un intervalle réel entre elle et le corps vertébral qu'elle touche par ses côtés. Cet intervalle est comblé par un tissu plus foncé que le cartilage et foncé comme celui qui est autour et entre les corps vertébraux. Cette concavité est plus grande chez l'homme et les rongeurs que chez les autres mammifères, parce que la face supérieure du corps vertébral contigu est également concave à ce niveau, au lieu d'être plane, comme chez les ruminants, etc.

se convertissent en cartilage et enfin s'ossifient. Ce sont les parties latérales des arcs supérieurs des vertèbres..... Il s'effectue également sur la gaîne de la corde vertébrale elle-même un dépôt de gelée épaisse qui bientôt se cartilaginifie puis s'ossifie. » (Page 140). Burdach parlant du même sujet dit aussi (*ibid.*, p. 414) : « Du reste, les corps vertébraux se produisent sous la forme d'anneaux qui croissent tout autour de la corde spinale, *tandis que ce qui reste de l'enveloppe de cette dernière remplit alors l'office de masse ligamenteuse.* » Les faits exposés plus loin touchant le mode de génération de l'atlas prouvent nettement aussi que ni la notocorde ni son enveloppe ne jouent un rôle dans la genèse de ces cartilages qui sont les premiers cartilages qui naissent dans l'organisme embryonnaire.

Ainsi l'axis naît par deux pièces cartilagineuses distinctes, séparées et séparables : l'une représente le corps de la deuxième vertèbre cervicale et dans l'origine est semblable à celui de la troisième, à peu de chose près ; l'autre, conoïde, est l'apophyse odontoïde, ou mieux elle représente, ainsi que nous le verrons, le corps de l'atlas.

Ces deux pièces s'unissent ensemble pendant qu'elles sont encore cartilagineuses. Chez l'homme, ce phénomène a lieu à l'époque où les cartilages des masses latérales des vertèbres se soudent au corps correspondant ; l'embryon humain offre alors une longueur de 14 à 15 millimètres environ. Chez le mouton, le lapin, le cochon d'Inde et le rat, c'est un peu plus tard, car c'est lorsque leurs embryons ont de 16 à 18 millimètres de long que cette soudure a lieu. C'est de tous ces animaux, chez les rongeurs, qu'elle est le plus tardive, ainsi qu'on le voit. La base de la pièce odontoïde se trouve de la sorte comme emboîtée de chaque côté par ces cartilages apophysaires latéraux. La soudure de ces pièces s'accomplit de leur circonférence vers le centre. Ici, elle n'a lieu entièrement qu'à l'époque où apparaît le premier point d'ossification de l'axis dans le cartilage qui représente son corps proprement dit. Jusque-là persiste l'espace indiqué plus haut, entre ce dernier cartilage et la base de la pièce odontoïde ; aussi, lorsque la notocorde se dilate au centre de chaque disque intervertébral, elle offre également une dilatation dans ce petit espace (fig. 6), qui alors est encore rempli de noyaux embryo-plastiques et de corps fusiformes qui représentent un véritable rudiment de disque intervertébral. Ce renflement est ovoïde, beaucoup plus petit que celui des autres disques, et disparaît lorsque se complète la soudure des deux pièces, c'est-à-dire lorsque le premier point osseux de l'axis se montre. Jusqu'à ce moment aussi, mais non plus tard, un sillon extérieur existe et s'aperçoit facilement au pourtour de la base de la pièce odontoïde, au niveau de son plan de jonction avec le corps proprement dit de l'axis (fig. 2 et 3 au-dessus de *e*).

Quant au canal central qui traverse l'apophyse odontoïde cartilagineuse dans toute sa longueur, il est placé plus près de sa face

antérieure que de sa face postérieure, comme dans les corps vertébraux proprement dits. Il en reste des traces très-manifestes jusqu'à la deuxième année environ, sur la portion encore cartilagineuse de l'odontoïde.

On peut s'assurer de ce fait par des coupes transversales de cette apophyse qui montrent une petite tache bleuâtre, ou opaline, ou parfois un peu rougeâtre, selon l'état des sujets, à la place occupée par cet organe. D'abord, le canal est encore rempli par la notocorde, mais un peu avant la naissance, le cordon cellulaire diminue de volume ; bientôt le canal qui le contenait est complétement oblitéré par de la substance fondamentale du cartilage sans chondroplastes, tantôt striée, fibroïde et plus souvent plus granuleuse seulement et moins transparente que dans le reste des tissus.

Cependant alors, la continuité de la notocorde est interrompue entre le sommet de l'apophyse odontoïde et l'apophyse basilaire qui est déjà ossifiée dès le quatrième mois de la vie intra-utérine.

Cette oblitération et l'interruption de la notocorde ont lieu en effet au commencement du troisième mois ou à la fin du deuxième chez l'homme, époque à laquelle se développent déjà les ligaments odontoïdiens entre le sommet de l'apophyse et l'intervalle des condyles occipitaux, c'est-à-dire à la partie inférieure du trou occipital au point où la notocorde sortait de l'axe de l'apophyse basilaire.

La pièce cartilagineuse odontoïdienne existe seule au niveau du siége qui bientôt sera occupé par l'atlas. Mais à l'époque où apparaissent de chaque côté du cartilage des corps vertébraux les pièces qui porteront les apophyses transverses et formeront chaque moitié de l'arc correspondant, on voit naître aussi le cartilage de chacune des masses latérales de l'atlas au niveau de l'apophyse odontoïde; elles sont plus éloignées de celle-ci que les pièces correspondantes par rapport au corps des autres vertèbres. Elles offrent chacune un prolongement qui se dirige au-dessous de l'apophyse odontoïde et qui se soude avec son congénère de manière à constituer l'arc antérieur ou inférieur de l'atlas vers

le temps même où les masses latérales apophysaires des autres vertèbres se soudent au corps (1).

Ainsi, le cartilage de l'atlas naît de la même manière que les masses latérales des vertèbres, et son ossification suit une marche semblable à celle de ces parties des vertèbres.

La forme et les dimensions relatives des masses latérales apophysaires cartilagineuses et du corps, de l'atlas, de l'axis, ainsi que des autres vertèbres, prennent de très-bonne heure le type qu'elles conservent même après leur ossification. Les saillies des apophyses articulaires et transverses, les trous vertébraux se forment dès l'époque de la soudure des masses latérales du corps.

(1) Cette réunion de ces deux pièces en arc antérieur de l'atlas n'a même pas lieu chez tous les mammifères ; chez quelques marsupiaux, par exemple, tels que le *Kanguroo* (*Macropus major*, Shaw), ce qu'on nomme *corps de l'atlas* manque ; l'arc antérieur reste ouvert en avant, bien que l'*apophyse odontoïde* bien développée et soudée au corps de l'axis s'avance jusqu'à ce niveau. Déjà à cet égard et en ce qui regarde l'*apophyse odontoïde*, considérée comme le *corps de l'atlas* qui se soude à celui de l'axis au lieu de s'unir aux masses apophysaires latérales correspondantes, R. Owen s'était exprimé ainsi : le *centrum* ou partie centrale essentielle du corps des vertèbres « semble avoir disparu comme partie ossifiée dans l'atlas de quelques » marsupiaux, le Wombat par exemple ; mais ce qu'on appelle le corps de l'atlas » dans l'homme et les mammifères n'est rien de plus qu'une hypo-apophyse ou une » moitié de sa partie corticale ; le vrai centrum de l'atlas se soude avec le corps de » l'axis et forme son apophyse odontoïde dans les marsupiaux comme dans tous les » autres mammifères. » (R. Owen, *Principes d'ostéologie comparée*. Paris, 1855, in-8, p. 203.) Cette soudure de l'odontoïde à l'axis n'a pas lieu chez les crocodiles. Il importe toutefois de rappeler que : 1° les masses latérales des vertèbres comprenant les apophyses transverses et articulaires, puis plus tard les lames de l'arc et l'apophyse épineuse, naissent chez l'embryon par un seul et même cartilage, dont la base élargie chez quelques animaux entoure totalement ou en partie le cartilage central ou corps ; 2° que l'embryogénie montre encore que l'arc antérieur de l'atlas n'est pas une portion corticale du corps réel (qui est l'apophyse odontoïde), mais une dépendance de ses masses latérales entourant ce dernier sans se souder à lui ; 3° que par conséquent c'est contre ces masses latérales soudées en avant que frotte et s'articule la portion centrale ou axoïdienne de l'atlas. Par suite, il n'est pas absolument exact de dire avec Owen que : « ce qu'on appelle *corps de l'atlas* dans les vertébrés supérieurs n'est autre chose que l'homologue des hypo-apophyses ou *os vertebraux en coin* » et qu'*il ne représente que la partie corticale du vrai corps* (*ibid.*, p. 196). Mais il est dans le vrai lorsqu'il ajoute : « l'*apophyse* odontoïde est la partie centrale de l'atlas. Cela ne peut pas être l'épiphyse antérieure articulaire de la seconde vertèbre très-développée, puisque cette dernière est représentée par un centre distinct d'ossification entre l'apophyse odontoïde et le corps de cette vertèbre comme on le voit bien dans le jeune poulain et les fœtus des grands mammifères. » (Page 196.)

Dès que pour l'atlas elles sont réunies sur la ligne médiane en arc antérieur, l'étroitesse de cette partie tranche sur la hauteur du corps de l'axis considéré seul ou soudé à la pièce *odontoïde*. Ces particularités sont aussi frappantes chez l'homme que chez les ruminants et les rongeurs. Il en est de même de la largeur des masses latérales portant les tubercules apophysaires et le cartilage des lames de l'arc ainsi que de celles-ci, faits frappants lorsqu'on vient à comparer ces pièces à l'état cartilagineux embryonnaire avec l'os adulte.

En résumé, l'étude du développement de la colonne vertébrale démontre que l'arc de l'atlas n'est qu'une provenance de ses apophyses transverses et articulaires, qui restent indépendantes du corps de cette vertèbre; que, d'autre part, l'apophyse odontoïde et la base qui la supporte représentent le corps même de l'atlas, qui reste indépendant des autres parties de cette vertèbre, pour se souder à la face supérieure du corps de l'axis. Le cartilage primitif du corps de chaque vertèbre et celui de l'apophyse basilaire naissent autour de la corde dorsale comme centre, de telle sorte que jusqu'à l'époque de l'ossification des corps vertébraux (qui commence par un seul et unique point central), toutes les vertèbres sont traversées de part en part par la corde dorsale, dans toute la longueur du rachis, comme un fil traverse les grains d'un chapelet. De plus, un peu avant l'apparition du point central d'ossification, la notocorde se renfle au centre des disques intervertébraux pour y produire la cavité intervertébrale à contenu gélatiniforme. Or, dans l'examen de ces divers phénomènes, on peut constater que l'apophyse odontoïde est traversée dans toute sa longueur par la corde dorsale comme les corps vertébraux, tandis que le cartilage de l'arc antérieur de l'atlas, déjà formé à cette époque, reste libre sans être traversé par la notocorde, comme le sont au contraire les corps des vertèbres.

Quant à ce qu'on appelle le corps de l'axis, considéré individuellement, on peut voir qu'il naît par deux noyaux ou centres cartilagineux distincts, se produisant à une petite distance l'un de l'autre autour de la corde dorsale comme axe. L'un de ces corps naît exactement entre l'atlas et la troisième cervicale;

l'autre naît immédiatement au-dessus, derrière l'arc antérieur de l'atlas, si l'on peut ainsi dire, car il naît avant cet arc. Ce dernier noyau cartilagineux est surmonté d'un prolongement qui, dès son apparition, offre la forme de l'apophyse odontoïde chez les divers mammifères. Ce cartilage se soude de très-bonne heure avec celui qui représente le corps proprement dit de l'axis. La soudure s'opère d'abord sur ses côtés, légèrement prolongés en forme d'aile. Cette soudure n'est pas encore achevée chez les embryons humains longs de 18 et 20 millimètres. Avant que l'union de ces cartilages soit complète sur la ligne médiane, la corde dorsale produit entre le cartilage de l'apophyse odontoïde et le corps proprement dit de l'axis, placé au-dessous, une légère dilatation, analogue aux dilatations intervertébrales. Cette dilatation disparaît seulement à l'époque où se montre un point d'ossification dans la portion du cartilage qui représente le corps proprement dit de l'axis. Il y a ainsi deux points d'ossification primitifs pour le centre de l'axis, parce qu'il représente en réalité ce dernier, plus celui de l'atlas, tandis qu'il n'y en a qu'un seul pour toutes les autres vertèbres. On sait en outre que ce n'est que plus tard après la naissance qu'a lieu la soudure osseuse complète de ces deux parties, qui restent longtemps séparées par un cartilage non ossifié. (Ch. Robin, dans Echeverria, *Sur la nature des affections dites tubercules des vertèbres.* Paris, 1860, in-4°, p. 56, 57.)

J'ai indiqué plus haut l'époque et le mode de soudure du cartilage de l'axis à celui du corps de l'atlas sous forme d'apophyse odontoïde, consécutivement à sa génération comme pièce vertébrale, distincte et centrale, génération qui a lieu en même temps et de la même manière que celle du corps de l'axis et des autres vertèbres. Il importe maintenant de signaler quelques particularités relatives au mode d'ossification de cette vertèbre et de l'atlas comparativement à leurs homologues.

Pour rendre facilement saisissables les faits qui suivent et ceux qu'a signalés R. Owen, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que dans le but de donner une explication de la présence de l'apophyse odontoïde sur la face articulaire supérieure ou anté-

rieure de l'axis, quelques auteurs l'avaient considérée comme une provenance, une sorte d'hypertrophie, d'une *lame épiphysaire antérieure* ou *supérieure* axoïdienne, analogue à l'épiphyse de cet ordre qui, sous forme d'anneau ou de lame plus ou moins complète et irrégulière, achève la production des corps vertébraux osseux à partir de la troisième cervicale. Bergmann paraît être le premier qui se soit élevé contre cette vue et regardé l'apophyse odontoïde (qu'il nomme *os odontoideum*) comme représentant le corps de l'atlas. (Voy. Carl Bergmann, *Einige Beobachtungen und Reflexionen ueber die Skelettsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan.* Göttinger Studien, 1845; Göttingen, 1846, gr. in-8, p. 54.)

§ III. — Sur les premiers points d'ossification des cartilages des vertèbres en général, de l'atlas et de l'axis en particulier.

L'ossification du cartilage du corps des vertèbres débute par celle du corps des dernières dorsales et de là se produit dans les vertèbres placées en avant et en arrière de celles-ci d'une manière un peu différente d'une espèce animale à l'autre. Chez les rongeurs, par exemple, elle atteint la dernière lombaire à peu près en même temps que la première dorsale, tandis que chez les ruminants l'axis commence à s'ossifier en même temps que la dernière lombaire.

L'ossification débute dans les masses ou lames latérales avant de se montrer dans le corps. Chez quelques animaux comme chez l'homme, il a déjà envahi tout leur cartilage jusqu'à la jonction aux côtés du corps vertébral cartilagineux, avant que se montre toute trace d'ossification dans celui-ci, sur lequel il n'empiète pas. On sait aussi que cette dernière particularité s'observe sur l'axis comme sur les autres vertèbres, mais non sur l'atlas.

C'est son arc postérieur qui s'ossifie le premier, puis l'ossification empiète graduellement sur ses masses latérales à compter du cinquième, sixième mois de la vie intra-utérine, masses qui ne sont encore qu'à moitié envahies ou tout au plus au moment de la naissance. Cet envahissement s'arrête un peu avant l'extrémité antérieure de la facette articulaire supérieure correspondante.

L'arc antérieur reste assez longtemps cartilagineux, puis dans le milieu de la première année et quelquefois dès le quatrième mois apparaissent pour chaque moitié de cet arc, au moins un et assez souvent deux points osseux. Ils sont encore séparés les uns des autres et des masses latérales par de minces bandes cartilagineuses pendant la troisième année (1).

Le point osseux des corps des vertèbres apparaît au centre même du cartilage ou mieux un peu en arrière de ce centre, plus près de la face postérieure du corps que de sa face antérieure. Il est un peu en arrière de la notocorde ; le canal se rétrécit en s'aplatissant, tandis que les chondroplastes qui l'avoisinent et sont symétriquement rangés autour d'elle, s'agrandissent beaucoup et s'arrondissent comme ceux entre lesquels a lieu déjà la production des granules phosphatiques. Ces dispositions font qu'à la loupe et même à l'œil nu, la place de la notocorde se voit sous forme d'une petite tache opaline au-devant de celle que forme le point osseux à son début.

Quoi qu'il en soit, il est toujours facile de voir qu'il naît assez loin du périchondre qui, plus tard, doit devenir périoste, et séparé de lui par une épaisseur très-notable de tissu cartilagineux ; le périoste ne joue donc ici aucun rôle dans la génération de l'os.

A mesure que le point osseux grandit, il atteint et dépasse la notocorde qui disparaît en ce point et dont la continuité se trouve

(1) « C'est du cinquième au septième mois après la naissance que j'ai aperçu sur le corps de cette vertèbre (l'atlas) les premières molécules osseuses. » (Serres, *Observations sur le développement centripète de la colonne vertébrale*, in *Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences de Paris*, 1861, in-4, t. LIII, p. 364.) « ...Il se forme alors deux pièces distinctes, l'une à droite et l'autre à gauche, séparées par un cartilage intermédiaire. Ces pièces ont, à la fin de la première année, 5 millimètres de diamètre dans tous les sens, au dix-huitième et au vingtième mois leur diamètre transversal est de 1 centimètre et leur diamètre perpendiculaire de 7 millimètres. A la deuxième année, le cartilage intermédiaire est quelquefois très-sensible et ne disparaît que dans le courant de la troisième, et alors seulement on trouve le corps de l'atlas formé d'une pièce unique ; jusque-là il était double. » (Serres, *ibid.*, p. 364.) Les faits que je décris ci-dessus d'après des pièces que j'ai sous les yeux en corrigeant ces épreuves concordent au fond avec ceux observés par M. Serres et d'autres anatomistes (Cruveilhier, etc.). Je n'ai pas rencontré de point osseux médian dans l'arc antérieur de l'atlas, tel que celui que figurent et décrivent MM. Rambaud et Renault dans leur récent et bel ouvrage *Sur l'origine et le développement des os*. Paris, 1864, in-8, p. 89, et atlas, pl. 5, fig. 5 à 10.

interrompue de la sorte à ce niveau. Il s'élargit rapidement en éventail, en avant plus qu'en arrière où il avait débuté ; il devient ainsi parfois plus long que large d'avant en arrière, et dans ce cas semble globuleux s'il est vu de face ; sur d'autres sujets il est plus large transversalement et paraît alors ovoïde en travers. Dans ces conditions la moindre pression le brise vers son milieu et le fait sembler double. Aussitôt après l'apparition du point osseux un ou deux canaux vasculaires se creusent à son niveau dans le cartilage en progressant de sa face postérieure vers son centre. Souvent on trouve symétriquement de chaque côté de la notocorde et un peu en avant d'elle, une subdivision de ces canaux parallèles à celle-là dans les portions des cartilages non encore ossifiées au-dessus et au-dessous du point osseux ; mais l'ossification ne s'étend pas de préférence le long de ces conduits vasculaires, comme on pourrait le croire, et ce n'est que lorsque le point osseux à un diamètre d'un millimètre et plus qu'il atteint et englobe ces conduits. Jusque-là il reste sans vaisseaux.

Le point osseux du corps des vertèbres s'annonce à l'œil nu par l'apparition d'une tache à contour ovalaire, d'aspect grisâtre et grenu ; elle résulte de la production de granules phosphatiques entre les chondroplastes de ce centre. En examinant le corps vertébral le plus voisin de celui qui offre cet état de développement, on voit qu'il s'est produit déjà un point tout à fait opaque sous le microscope, et gris jaunâtre à la lumière réfléchie.

En grandissant, ce point osseux central ne cesse pas de rester unique, et pendant toute la durée de son développement ultérieur il ne devient jamais double.

Vers quatre ans et demi à cinq ans, il existe encore une mince couche cartilagineuse du corps vertébral cartilagineux qui n'est pas ossifiée et qui sépare son point osseux très-agrandi, des masses ou lames latérales ossifiées qui empiètent un peu sur lui de chaque côté.

Axis. — Le point osseux du corps proprement dit de l'axis apparaît comme celui des autres vertèbres, toujours simple, un peu allongé en travers, mais non point double, comme l'admettent quelques auteurs, soit spécialement pour cette portion de l'axis,

soit pour toutes les vertèbres en général. C'est à trois mois et demi ou peu après qu'il débute, et non dans le sixième mois, comme le disent beaucoup d'anatomistes. On peut suivre la notocorde sous forme d'un mince filament grisâtre, tant au-dessous de lui qu'au-dessus, dans toute la longueur du cartilage de son corps et de l'apophyse odontoïde. Le renflement grisâtre, globuleux, que présente ce filament au niveau de la jonction des cartilages axoïdien et odontoïden est très-marqué ; il est entouré d'une petite plaque fibreuse déjà mentionnée plus haut, qui ne s'étend pas jusqu'à la surface extérieure de la base de l'apophyse odontoïde dont le tissu est déjà soudé circulairement à celui du corps proprement dit de l'axis. Le cartilage du corps de l'axis est déjà vasculaire lorsque débute son ossification, tandis que les autres vertèbres ne le deviennent que postérieurement à ce début.

A cinq mois et demi et quelquefois à cinq mois et une semaine se montre au centre de l'apophyse odontoïde la tache qui annonce le début de son point osseux propre, représentant en réalité le point osseux du corps de l'atlas. Alors seulement disparaît le renflement de la notocorde indiqué plus haut, qui se trouve remplacé par une petite masse fibreuse ou fibro-cartilagineuse transversale, au niveau du centre de la jonction du corps de l'axis et de l'apophyse odontoïde.

Le point d'ossification odontoïdien se produit un peu en arrière de la notocorde absolument comme pour les autres corps vertébraux. Il est simple et n'est double ni au début ni plus tard, comme l'ont admis quelques auteurs, soit pour toutes les vertèbres, soit spécialement pour le corps de l'axis et pour l'apophyse odontoïde.

Mais à son début ce point osseux de l'apophyse odontoïde est manifestement bilobé en haut et en avant seulement. Il est placé plus près de la face antérieure de celle-ci que de sa face postérieure. Il laisse ainsi, de part et d'autre, une portion de cartilage non ossifiée bien plus considérable en avant qu'en arrière jusqu'au milieu de la première année et au delà. Il est bilobé aussi à son sommet, et chacun de ces lobes s'avance en quelque

sorte de chaque côté du plan médian dans le cartilage non encore ossifié sur une hauteur d'un demi-millimètre environ à cette époque. Après la naissance le sillon qui s'enfonce entre les deux lobes atteint jusqu'à 2 millimètres de profondeur au sommet de la portion osseuse de l'odontoïde. (MM. Rambaud et Renaud ont bien vu cette disposition, *loc. cit.*, pl. 5.) Là les coupes transversales minces de l'apophyse montrent ainsi d'abord deux tranches osseuses séparées par une bande cartilagineuse médiane, et plus bas un seul point osseux bilobé en avant et en arrière.

Chez le chien, où le point osseux de l'odontoïde apparaît avant que les poils cutanés soient sortis de leurs follicules, il est également unique, allongé transversalement, c'est-à-dire lenticulaire, ainsi que cela est manifeste aussi sur les points osseux des vertèbres coccygiennes. Mais il est unique, comme pour toutes les autres vertèbres, et n'est pas bilobé en avant et en haut comme chez l'homme.

Il existe alors deux points osseux dans le cartilage du corps de l'axis considéré comme un tout, l'un, axoïdien proprement dit, l'autre odontoïdien, ou atloïdien en réalité. Le premier, primitivement un peu en retard dans son évolution par rapport aux autres vertèbres cervicales, est aussi gros qu'elles et souvent plus gros dès l'époque de la naissance. Alors aussi la portion déjà osseuse de l'apophyse odontoïde est aussi volumineuse et bientôt plus que le point osseux du corps de l'axis. Le sommet de cette apophyse reste cartilagineux jusqu'à la sixième année, sans jamais présenter un deuxième point osseux chez l'homme, malgré son volume considérable vers la deuxième année, par exemple, relativement à la portion déjà ossifiée. C'est par empiétement successif de celle-ci sur la partie cartilagineuse que s'achève l'évolution osseuse de cette partie atloïdienne de l'axis, sans qu'il se produise un deuxième point d'ossification, pas plus qu'il ne s'en produit deux dans quelque centre cartilagineux des vertèbres que ce soit.

Jusqu'à la sixième et à la septième année une bande fibro-cartilagineuse au centre, cartilagineuse dans le reste de son étendue, de moins en moins épaisse, persiste entre le corps de l'axis pro-

prement dit et l'odontoïde. Cette séparation cartilagineuse est complète, c'est-à-dire s'étend transversalement jusqu'au périoste d'avant en arrière. Sur les côtés, elle est bifurquée sous un angle de 45 degrés environ; elle sépare ainsi des lames ou masses latérales déjà osseuses de l'axis, le corps de celui-ci en bas, et l'odontoïde en haut; car ces lames ou masses sont comme légèrement enclavées entre ces deux os au niveau de leur jonction. Cette bande cartilagineuse horizontale ainsi bifurquée de chaque côté entre les trois portions osseuses qu'elle sépare (1° corps de l'axis, 2° odontoïde et 3° masses ou lames latérales), est encore épaisse à l'époque de la naissance, mais elle s'amincit de plus en plus à mesure que la substance des parties osseuses ci-dessus empiète sur elle ; toutefois il en reste encore vers la sixième année. Dans la cinquième année la soudure des lames ou masses latérales avec l'axis en bas, avec la base de l'odontoïde en haut, est déjà accomplie du côté du périoste, mais non dans la profondeur.

Au centre, entre les deux os précédents, cette bande cartilagineuse blanche ou bleuâtre reste encore épaisse de 1 à 3 millimètres et ne s'efface que vers la septième année, et alors la soudure est complète. A partir de la deuxième année cette bande cartilagineuse devient d'un blanc mat sur les os secs ; vers l'âge de quatre ou cinq ans elle prend un aspect calcaire plus blanc et plus compacte que la substance osseuse voisine. Mais l'examen de sa structure montre qu'il n'y a pas là de point osseux interposé à l'axis et à l'odontoïde, qu'elle est formée par du cartilage d'ossification à chondroplastes étroits, allongés; seulement ce cartilage est parsemé de concrétions calcaires mamelonnées, irrégulières, larges de 1 à 6 centièmes de millimètre environ, isolées ou réunies en amas formant de petits grains apercevables à l'œil nu.

Une note additionnelle qui paraîtra dans le prochain numéro traitera de notions qui ressortent de ce travail, relatives aux divers modes de génération des os, mais qui sont applicables à d'autres os encore que les vertèbres.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Le grossissement employé pour l'exécution des figures est noté à côté de chacune d'elles sur les planches.

PLANCHE VII.

Fig. 1. — Embryon humain long de 6 millimètres donné par M. Manceau, comprimé et aplati afin de montrer la notocorde dans toute son étendue, devenue flexueuse par accident de la préparation.

Il n'existait pas encore de trace des vertèbres. Dans un travail présenté à la Société de biologie en 1861, j'ai fait connaître les détails relatifs à la structure de la notocorde (voyez ci-dessus, p. 288 à 289) chez l'homme et plusieurs autres mammifères. Il sera publié dans ce recueil ainsi que les planches qui s'y rapportent.

a. Extrémité antérieure renflée de la notocorde.

b. Son extrémité postérieure.

c. Œil.

Fig. 2. — Elle représente une portion de l'occipital et du sphénoïde avec les cinq premières vertèbres cervicales d'un embryon de mouton long de 20 millimètres depuis le front jusqu'à la racine de la queue.

a, b. Portion céphalique renflée en massue de la corde dorsale; dans quelques préparations cette extrémité flotte et s'infléchit après qu'elle est devenue libre par déchirure du cartilage basilaire. On distingue nettement sa gaîne et le cordon ou filament grisâtre intestiniforme que les cellules constituent dans la cavité de celle-ci. Le cartilage offre deux portions à contour vague et diffus, sous forme de taches foncées, près de son articulation avec l'atlas, mais sans ossification.

b, c. Portion cervicale de la notocorde traversant de part en part le cartilage de l'apophyse odontoïde (*f*), puis du corps de l'axis (*e*), des autres vertèbres et les disques interarticulaires. Elle n'offrait pas encore de dilatation très-nette entre ces derniers ; mais une sorte d'épaississement fusiforme simulant une tache à contours diffus et foncée se voyait vers le bord inférieur du corps de chaque vertèbre (*c*). Cette disposition de la notocorde se conservait sans interruption jusqu'à la dernière vertèbre coccygienne et existait même au niveau de la jonction du cartilage de l'apophyse odontoïde avec le corps de l'axis (*e*); malgré une adhérence assez intime entre ces deux cartilages un sillon très-marqué, surtout sur quelques sujets décèle, longtemps encore le plan de leur réunion. Le léger épaississement sous forme de tache foncée (*c*) disparaissait vers la première vertèbre sacrée.

d. Cartilage de l'arc antérieur de l'atlas contigu au bord postérieur épais du cartilage de l'apophyse basilaire. Le cartilage de l'atlas n'est pas traversé par la notocorde.

PLANCHE VIII.

Fig. 3. — Mêmes parties que dans la figure précédente représentées d'après un fœtus humain long de 18 millimètres.

a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*. Même signification des lettres que dans la figure précédente.

Fig. 4. — Corps de la cinquième vertèbre dorsale vu par l'une de ses faces et grossi 60 fois, pris sur un embryon humain long de 24 millimètres du vertex au coccyx après redressement ; épaisseur $0^{mm},7$; plus grande largeur $1^{mm},5$; diamètre antéro-postérieur $0^{mm},5$. Les arcs et les masses latérales cartilagineux ne sont pas encore soudés au corps de la vertèbre.

a. Orifice du canal par lequel passait la notocorde et sa gaîne qui ont été arrachées ; une mince couche de substance homogène sans chondroplastes limite ce canal qui est placé plus près du bord antérieur de chaque vertèbre que de l'autre.

Fig. 5. — Portion du même corps vertébral grossi 450 fois pour montrer la structure du cartilage vertébral et la couche homogène dépourvue de chondroplastes épaisse de $0^{mm},015$ qui limite le canal de la notocorde. Ce canal est large lui-même de 5 centièmes de millimètre à cette époque ; les chondroplastes et les noyaux qu'ils renferment sont plus petits près de la couche homogène (*a*) qui limite le canal de la notocorde. Dans le reste du cartilage les noyaux contenus dans les chondroplastes sont plus larges que les noyaux embryoplastiques du tissu placé autour des vertèbres. Chaque cartilage vertébral est déjà entouré d'une mince couche de corps fibroplastiques fusiformes indiquant le commencement de la formation du périchondre. Le tissu des disques intervertébraux plus foncé, offre la même structure, mais ces éléments y sont plus adhérents entre eux. Ces particularités ne sont pas figurées ici.

PLANCHE IX.

Fig. 6. — Elle représente les six premières vertèbres cervicales cartilagineuses d'un embryon de lapin long de 25 millimètres et la partie céphalique renflée en massue de l'extrémité antérieure de la corde vertébrale.

a, *b*. Portion céphalique de la notocorde libre par déchirure du cartilage.

b. Portion un peu renflée de la corde dorsale telle qu'elle était sur cet embryon entre l'atlas et l'occipital.

c. Apophyse odontoïde.

d. Base de l'apophyse odontoïde.

e. Partie inférieure ou seconde partie du corps de l'axis ; entre ces deux portions, au milieu du corps de cette vertèbre, se voit un léger renflement fusiforme de la corde dorsale au niveau de la jonction de la portion odontoïdienne avec la partie axoïdienne proprement dite.

f, *f*. Renflements de la corde dorsale dans les disques intervertébraux et couche granuleuse grisâtre, en forme de ménisque formée par les amas de cellules propres à ces renflements.

g. Cartilage des masses latérales de l'atlas.

h. Masses latérales de l'axis.

i, i. Masses latérales et arcs rudimentaires des vertèbres suivantes, bien plus petits que ceux des deux premières.

PLANCHE X.

Fig. 7. — Partie antérieure de la notocorde chez un embryon de cochon d'Inde long de 23 millimètres.

a. Corps du sphénoïde dans lequel empiète un peu la partie antérieure renflée de la notocorde.

a, b. Partie basilaire de l'occipital très-allongée, dépassant en avant les vésicules auditives et que traverse la notocorde.

c. Parties écailleuses étroites et en forme d'apophyse transverse de l'occipital.

d. Atlas derrière l'arc antérieur duquel passe la notocorde.

e. Apophyse odontoïde à peine adhérente à l'axis par contiguïté et que sépare la moindre pression.

f. L'axis.

f, g. Les autres vertèbres cervicales : le corps des vertèbres est plan à sa partie antérieure, légèrement convexe sur sa face opposée ; les disques intervertébraux sont minces, formés de noyaux embryoplastiques étroits et de corps fusiformes presque tous disposés dans le sens de la longueur du rachis. A un grossissement de 300 diamètres, on voit qu'il y a une différence très-tranchée entre le tissu du disque et celui du cartilage des corps vertébraux, malgré la contiguïté de leur substance. Ce dernier offre des chondroplastes arrondis ou ovoïdes que le noyau ne remplit plus, et déjà séparés les uns des autres par un intervalle égal au moins à leur propre diamètre. Ils cessent d'une manière nette au niveau du point d'adhérence du cartilage avec le disque. Le tissu de ce dernier présente des noyaux embryoplastiques étroits, allongés, plus petits que les chondroplastes, et des corps fusiformes minces, écartés et réunis à la fois par une substance homogène non granuleuse plus transparente que celle du cartilage avec laquelle pourtant elle est en contiguïté moléculaire, sans interposition de périoste.

g, h. Premier disque intervertébral dorsal avec un léger renflement de la notocorde. Le cartilage des apophyses transverses et celui des côtes sont moins transparents que le tissu ambiant ; on peut observer autour de ces organes un périchondre au moins aussi foncé que le cartilage et formé de corps fusiformes enchevêtrés.

Fig. 8. — Mêmes parties avec les os de la base du crâne, pris chez un embryon de rat long de 25 millimètres.

État plus avancé de la notocorde dont les dilatations relativement plus larges sont plus surbaissées, ce qui leur donne une forme (*f, f*) réellement lenticulaire.

j, *k*. Il n'y avait de points d'ossification que dans toutes les vertèbres dorsales, depuis la deuxième (*j*) jusqu'à la quatrième lombaire.

m. Première dorsale au centre de laquelle commençait à se produire une petite tache finement granuleuse indiquant le prochain début de l'ossification. La douzième présentait une tache semblable. Il n'y avait pas de points d'ossification dans les vertèbres cervicales, lombaires, sacrées et coccygiennes. Les apophyses transverses (*g*, *h*, *i*, etc.) étaient en grande partie envahies par l'ossification.

n, *n*. Portion des masses latérales de l'atlas commençant à s'ossifier.

b. L'apophyse basilaire est envahie en partie par un large point d'ossification ovalaire qui interrompt la continuité de la notocorde.

a. L'extrémité antérieure de celle-ci empiète un peu dans le corps du sphénoïde présentant un large point d'ossification en arrière et un autre très-petit en avant (*o*).

c. Notocorde qui en avant du sommet de l'apophyse odontoïde passe derrière l'arc antérieur de l'atlas sans le traverser.

d. Apophyse odontoïde adhérent par la circonférence de sa base au corps proprement dit de l'axis (*h*).

e. Léger renflement de la notocorde entre l'odontoïde et le corps proprement dit de l'axis.

(*L'explication de la planche XI*, *relative au mémoire de M. Luys sur la structure du cervelet*, *page* 225, *se trouve à la fin de ce numéro*, *page* 336.)

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Mémoire sur la chromhidrose ou *chromocrinie cutanée*, par le docteur LE ROY DE MÉRICOURT, professeur à l'École de médecine navale de Brest, etc., suivi de l'*Étude microscopique et chimique de la substance colorante de la chromhidrose*, par le docteur CH. ROBIN, et d'une *Note sur le même sujet*, par le docteur ORDONEZ, secrétaire de la Société de biologie, etc. (1).

ANALYSE PAR M. CH. ROBIN.

Ce travail renferme une monographie complète du trouble fonctionnel caractérisé par les changements de coloration de la sueur autres que l'*hématidrose* ou *sueur de sang*. Tous les documents et tous les faits qui s'y rapportent y sont reproduits et sévèrement discutés. Les cas de simulation sont

(1) Un vol. in-8, 178 pages, extrait des *Annales d'oculistique*. Paris, 1864, chez J. B. Baillière et fils.

nettement séparés de ceux dans lesquels l'analyse de la substance colorante et l'observation directe des malades, toutes précautions prises, prouvent la réalité de ce phénomène accidentel; celui-ci ne paraît pas être beaucoup plus rare que les faits de coloration en noir ou en bleu foncé de l'urine, produit excrémentitiel comme la sueur. Ce travail a dans toute son étendue un caractère vraiment scientifique; le calme et la sévérité des discussions soulevées par M. Le Roy de Méricourt tranchent sous ce rapport avec le ton passionné des attaques injustes dont il a été l'objet à l'occasion de ces recherches. Il ne sera question dans cette analyse que de la partie physiologique de ce travail.

La conclusion générale de ce mémoire est en fait la suivante, prise pour épigraphe par l'auteur, c'est que : « Le doute est une preuve de modestie, et il a rarement nui au progrès des sciences. On n'en pourrait pas dire autant de l'incrédulité. Celui qui, en dehors des mathématiques pures, prononce le mot *impossible*, manque de prudence. La réserve est surtout un devoir quand il s'agit de l'organisation animale. » (ARAGO, *Annuaire du bureau des longitudes pour* 1853.)

Il est vrai que la production d'humeurs autrement colorées qu'à l'ordinaire, par les glandes dont les sécrétions ne sont pas absolument incolores, est un fait dont l'observation est familière aux anatomistes et aux physiologistes; mais il ne semble pas l'être à tous les médecins. Il en est en effet qui, sous prétexte que la vérité réside uniquement dans les faits, que tout gît dans l'observation, omettent de se placer dans les conditions nécessaires pour que ceux-ci puissent être, sinon constatés, au moins exactement interprétés. Or, sans une exacte interprétation le fait n'existe pas, quelle que soit du reste la prétention de vouloir fonder la médecine sur l'observation pure des phénomènes morbides, indépendamment de la connaissance et de l'interprétation logiques des conditions extérieures et intimes ou organiques qui les causent. L'accumulation des observations restera illusoire tant que ceux qui les recueillent manquent des notions d'anatomie et de physiologie normale qui servent à rendre compte des modifications accidentellement survenues; car par suite de l'impossibilité d'en juger les modes et la nature, on en voit parfois nier l'existence.

La conclusion particulière de ce travail doit être que :

La *chromhidrose*, ou *chromocrinie cutanée*, est une sécrétion anormale, par les orifices glandulaires cutanés, d'une matière colorante d'un bleu foncé, ayant des caractères propres.

La production de cette sécrétion sur une surface limitée de la peau donne lieu à des taches d'étendue variable dont le siége d'élection est aux paupières inférieures.

Ces taches peuvent être enlevées complétement à l'aide d'un linge imprégné d'huile, mais elles reparaissent de nouveau après un temps plus ou moins long.

Cette anomocrinie coïncide souvent avec des troubles plus ou moins

sérieux de la santé. Chez les femmes qui en ont été de beaucoup le plus fréquemment atteintes, il paraît exister, ordinairement, un certain rapport avec les dérangements de la menstruation.

Si la simulation de la chromhidrose est en apparence facile, comme celle de beaucoup d'autres affections médicales ou chirurgicales, l'examen microscopique donne encore plus facilement le moyen de découvrir la fraude. *Grâce aux réactions chimiques et au microscope, il n'est plus actuellement possible de nier l'existence, probablement à titre de manifestation morbide secondaire, d'une sécrétion sudorale anormale, d'une matière colorante spéciale ayant plus souvent son siége d'élection aux paupières qu'ailleurs, où elle se montre pourtant.* Les cas de simulation déjà reconnus ou possibles ne doivent servir qu'à fixer l'attention des observateurs pour arriver à démasquer la supercherie par les procédés les plus sévères d'investigation. L'auteur reconnaît hautement que l'opposition si vive qui lui a été faite a eu cela d'avantageux, qu'elle l'a conduit dans une voie de recherches et d'expériences dont la science et la pratique ne pourront que bénéficier.

Nous signalerons maintenant les documents qui suivent, ayant trait directement à l'anatomie et à la physiologie normale et pathologique des glandes de la sueur, et sur lesquels se fondent essentiellement les conclusions légitimes qui précèdent.

Citons d'abord un *fait qui prouve que les glandes sudoripares peuvent produire une matière demi-liquide de coloration brune ou bleue foncée* et en être trouvées pleines dans l'épaisseur du tissu adipeux sous-cutané. Ces observations ont déjà été publiées en entier dans les *Archives générales de médecine* (Ch. Robin, 1863) et dans la *Gazette médicale de Paris* (1864).

Nous extrairons ensuite du mémoire de M. Le Roy de Méricourt la description par M. Ordonez, de la matière colorante recueillie dans les cas de chromocrinie, qui est la plus complète de toutes au point de vue des réactions chimiques.

Le premier cas dont il s'agit est relatif à une pièce qui a été déposée chez moi sans indication d'origine, en sorte que je n'ai pu obtenir sur elle aucun détail ; mais sa valeur anatomique et physiologique ne se trouve diminuée en rien par ce fait. Elle comprend la peau de la région axillaire, les glandes et les follicules pileux sous-jacents, ainsi que le tissu adipeux sous-cutané correspondant. Entre les poils blonds et peu abondants la peau était légèrement teintée en noir violacé ou ardoisé, en partie par demi-transparence, en partie par suite de la présence d'une petite quantité de la sécrétion colorée versée à la surface de l'épiderme. C'est ce qu'on pouvait démontrer en essuyant la peau avec un linge blanc ; celui-ci se tachait en noirâtre et le dernier présentait encore une coloration légère de même teinte, mais moins foncée, due à la présence des follicules sous-jacents apercevables par demi-transparence. Par la pression il a été possible de faire suinter à une ou deux reprises une substance demi-liquide, par très-petites gouttelettes en forme de points, qui tachaient aussi un peu le linge avec lequel on les essuyait.

En examinant la face profonde de la peau on était frappé de la présence d'un grand nombre de petits grains lisses, d'un noir violacé ou ardoisé, ovoïdes ou lenticulaires, larges d'un demi-millimètre à un millimètre et même un millimètre et demi. Les plus gros étaient d'un noir intense, les plus petits étaient d'un noir ardoisé ou grisâtre. Ils existaient dans toute l'étendue de la peau pourvue de longs poils; à partir de la circonférence de la région pileuse ils diminuaient rapidement de nombre, de volume et de coloration, et à un centimètre au delà des poils on ne trouvait plus que des glandes sudoripares plus petites, qui n'étaient plus visibles à l'œil nu. Les grains précédents étaient contigus vers le centre de la région pileuse, à laquelle ils communiquaient ainsi leur couleur accidentelle ; un peu plus écartés vers le bord, ils lui donnaient un aspect tacheté ou marbré de noir grisâtre ou violacé tranchant sur la teinte propre du derme et du tissu adipeux ; en étirant la peau on écartait les glandes contiguës et toute l'étendue de la face profonde offrait alors l'aspect tacheté de points noirs dont il vient d'être fait mention.

En isolant ces corps et les plaçant sous le microscope on distinguait nettement le tube glandulaire roulé sur lui-même, plus large, à circonvolutions moins adhérentes, moins rapprochées, et plus faciles à isoler que dans les follicules sudoripares proprement dits, caractères propres à ceux de l'aisselle. Du reste, la couche de fibres musculaires de la vie organique, relativement épaisse, qui suit la direction des tubes enroulés, la paroi propre homogène transparente et l'épithélium de ceux-ci n'offraient rien d'anormal. Mais la substance demi-liquide, finement granuleuse ordinairement, légèrement jaunâtre, qui remplit ces tubes, présentait ici un aspect remarquable par sa teinte d'un brun ardoisé très-foncé, au point de rendre presque opaques les circonvolutions des follicules examinées isolément. Les granulations de cette substance étaient très-nombreuses, d'un noir violacé, à contour net, variant de volume depuis un diamètre presque imperceptible jusqu'à celui de 3 ou 4 millièmes de millimètre. La substance qu'on faisait suinter à la surface de l'épiderme par la pression de la couche glandulaire offrait une constitution semblable.

Les granulations colorées que je viens de décrire devenaient d'un bleu foncé au contact de l'acide sulfurique ; elles s'y conservaient pendant plusieurs heures dans cet état, et finissaient ensuite par pâlir et se décolorer presque entièrement. L'acide azotique les rendait rapidement brunes, puis jaunâtres au bout d'une demi-heure, et finissait par les faire disparaître et les rendre méconnaissables au milieu de l'amas des détritus jaunâtres des tissus ambiants. L'acide acétique, dont l'action est nulle d'abord, fait disparaître la couleur noire, violacée, de ces granules au bout de peu de jours, mais sans les dissoudre pourtant. Ils conservent, en effet, encore leur forme, leurs dimensions et une teinte d'un brun jaunâtre assez foncé, même après un séjour de plusieurs semaines dans cet acide étendu. L'ammoniaque ne dissolvait pas ces granules colorés ni le contenu demi-liquide finement grenu des tubes glandulaires qui les renfermait ; après la destruction de la couleur

par les acides, elle ne la faisait pas reparaître, même ajoutée en excès.

Telle était la constitution de cette substance, qui était assez colorée pour rendre à peu près complétement opaques sous le microscope les tubes glandulaires larges d'un dixième à un dixième et demi de millimètre qu'elle remplissait dans toute leur étendue. Elle était notablement plus abondante vers la partie profonde des glandes, que dans la portion du tube qui marche isolément à travers le tissu adipeux et le *derme*. A la lumière réfléchie, elle donnait aux glomérules la couleur noire ardoisée signalée plus haut.

M. Ordoñez, à qui j'ai remis une portion de peau chargée des glandes précédentes, a constaté les faits que je signale et a conservé des préparations qui s'y rapportent. Il est d'autres détails et d'autres réactions secondaires que j'aurais pu noter encore, mais que je passe sous silence, parce que cet observateur les fera connaître dans un travail spécial qu'il prépare, et relatif à diverses substances colorantes accidentelles.

En résumé, la présence de cette substance dans la profondeur même des follicules sudoripares axillaires prouve qu'on ne saurait sans erreur nier la production accidentelle par les glandes sudoripares d'une matière colorante, remarquable par sa teinte foncée, noirâtre ou ardoisée, et assez abondante pour donner une couleur tout à fait noire aux organes dans lesquels elle se trouve accumulée. La présence de cette matière dans les glandes axillaires seulement, et non dans celles qui sont au delà de la région pourvue de poils, prouve que ce trouble de la sécrétion des glandes sudoripares peut survenir dans des portions restreintes et assez nettement limitées de la peau, sans affecter les glandes analogues de toute l'étendue de ce tégument.

Voici maintenant quel a été le résultat des recherches de M. Ordonez *sur la matière colorante recueillie chez les sujets atteints de chromocrinie.*

Le microscope montre que cette matière colorante détachée de la peau est formée de corpuscules lamelleux, polygonaux, irréguliers, à angles nets, comme de minces fragments de verre ou de vernis écaillé, et larges ou longs de quatre à quarante millièmes de millimètre.

Leur couleur est un violet ardoisé, tirant au bleu indigo foncé comparable à celui des pastilles pour la gouache, teinte très-sensible sur les fragments les plus minces et les plus translucides, ou sur le bord de ceux qui sont cassés en biseau. Cette teinte tire au violet ardoisé, brunâtre, sur les parties les plus épaisses de ces fragments ou sur la totalité des morceaux plus gros. L'épaisseur de ces derniers ne dépasse pas deux centièmes de millimètre, et elle suffit pour les rendre presque opaques, tellement était foncé le ton de leur couleur. Cette particularité se retrouve dans toutes les substances douées d'un pouvoir tinctorial très-prononcé.

Comme M. Ch. Robin, dit M. Ordonez, j'ai examiné le noir de fumée, la poudre de chasse, le koheuïl ou pyrrhoménée, le réseau d'azur, l'indigo, l'encre de Chine, le noir d'Allemagne, et le charbon de bois porphyrisé, comparativement à la matière colorante recueillie sur la peau.

Or, de l'examen comparatif de ces différentes substances, il est résulté

pour moi la conviction intime, que la matière noire de la chromhidrose, ou chromocrinie, est un produit différant physiquement et chimiquement des divers produits que je viens d'énumérer. (Voy. p. 137 et suiv. du travail de M. Le Roy de Méricourt.)

De toutes les substances qui m'ont servi de point de comparaison, la seule qui présente, en effet, au microscope, de la ressemblance avec elle, c'est le charbon de bois porphyrisé ; et encore, deux préparations microscopiques faites sur le même porte-objet, l'une avec la matière de la chromhidrose, l'autre avec du charbon, et examinées alternativement au microscope, m'ont permis d'établir entre elles des différences assez évidentes de coloration et même de forme. Sous ce dernier rapport, il y a une particularité digne de remarque : parmi les parcelles de charbon de bois, il y en a toujours un nombre plus ou moins considérable, sur lesquelles on remarque soit des lignes symétriquement disposées, indiquant évidemment des successions de cellules végétales carbonisées, soit de petites ouvertures placées dans des directions déterminées et symétriques, indiquant le trajet de quelques vaisseaux végétaux. Les plaques de matière noire de la chromhidrose ne m'ont jamais offert cette particularité, que je crois importante au point de vue de l'examen microscopique ; car le charbon de bois est, je le répète, la seule substance, de toutes celles que j'ai observées comparativement, qui présente des analogies de forme avec la matière noire qui constitue la chromhidrose.

Avant d'examiner l'action des réactifs sur le produit qui nous occupe, il faut signaler la présence d'autres éléments constamment mêlés aux plaques de matière noire. Ces éléments sont :

1° Des cellules appartenant à la couche épithéliale interne des glandes sébacées, qui se trouvent disséminées dans la région palpébrale, lesquelles cellules ne diffèrent des cellules normales que par la coloration brunâtre assez foncée des gouttelettes graisseuses qui y sont contenues. En effet, on sait que les cellules épithéliales qui garnissent l'intérieur des culs-de-sac des glandes sébacées, diffèrent des autres cellules appartenant à d'autres parenchymes glandulaires, d'abord par l'irrégularité de leur forme, et ensuite par la présence d'un nombre variable de gouttelettes graisseuses réfractant la lumière avec une coloration jaunâtre. Eh bien, j'ai pu constater, dans les préparations de chromhidrose, la présence de quelques cellules identiques, sous tous les rapports possibles, avec les cellules des glandes sébacées, avec la seule différence, très-remarquable du reste, que la coloration des gouttelettes graisseuses, au lieu d'être jaune clair, vues par transparence, était d'un bistre foncé, homogène.

2° De petits groupes d'hématosine amorphe, cristallisant d'une manière caractéristique sous l'influence de l'éther sulfurique.

Réactions chimiques. — La matière noire de la chromhidrose est réfractaire à un nombre considérable de réactifs, même des plus puissants.

Je me suis servi, dit M. Ordonez, de la solution de cyanure de potassium pour aller à la recherche du fer, que dans ses expériences M. Georgino a

constaté dans la matière noire de la chromhidrose. J'ai procédé de la manière suivante :

La substance étant déposée sur une plaque de verre porte-objet, j'ai commencé par la laver à l'alcool rectifié, en ayant soin de recueillir la graisse dissoute par l'alcool, au moyen de quelques petites bandes de papier blanc à filtrer. L'opération doit se faire en ajoutant goutte à goutte l'alcool, au moyen d'une baguette de verre, et en ayant la précaution d'incliner légèrement la plaque de verre ; on peut savoir quand il faut cesser l'opération, en regardant la préparation au microscope à un grossissement de 110 diamètres. Du moment que les matières grasses ont été dissoutes par l'alcool et nettoyées au moyen du papier à filtrer, on applique sur le groupe de plaques de chromhidrose une goutte d'acide sulfurique, qu'on laisse en contact pendant cinq ou six heures ; on ajoute après une goutte d'eau distillée, et à l'aide d'une petite bande de papier à filtrer, on enlève l'excès d'acide qui peut gêner à l'examen de quantités si petites de matière noire. Quand la préparation est presque à sec, on met par-dessus une petite lame de verre mince couvre-objet, et on la place sous le microscope. Une goutte de solution de cyanure de potassium, appliquée sur les bords de la plaque mince de verre, pénètre immédiatement par capillarité, et, au bout d'une à deux minutes, on voit des traces de coloration bleue foncée sur les bords des tablettes de chromhidrose. Ces traces sont en général très-faibles, surtout quand la préparation contient très-peu de matière noire ; mais elles sont quelquefois assez évidentes pour permettre de conclure à l'existence du fer.

Acide sulfurique. — Chaleur. — L'acide sulfurique est, de tous les réactifs que j'ai employés, celui qui m'a donné les résultats les plus concluants. Je m'en suis servi d'abord à froid ; mais son application et son contact avec la substance noire de la chromhidrose, quoique donnant quelques résultats relativement à la modification de la couleur et à l'altération des bords des tablettes et des angles, n'étaient pas suffisants, même au bout de quarante-huit heures, pour donner une réaction nette. Je me suis alors décidé à employer simultanément la chaleur ; et c'est à l'aide de ce dernier moyen que je suis arrivé à obtenir des résultats qui, à eux seuls, contribueraient, à mon avis, à vider la question. Ces résultats peuvent se résumer en ces deux propositions :

1. La matière noire de la chromhidrose diffère essentiellement, au point de vue chimique, des poussières noires ou très-foncées, minérales ou végétales, auxquelles on a voulu l'assimiler.

2. La matière noire de la chromhidrose présente des analogies frappantes, au point de vue de sa composition chimique, ainsi que de certaines particularités d'aspect et de forme observables au microscope, avec certains produits de l'économie animale, d'origine pathologique, et connus en général sous la dénomination de *mélanose* (1).

(1) J'ai un travail inédit sur la *Nature de la mélanose*, que je me propose de publier prochainement, dans lequel je consigne un certain nombre de faits étudiés avec

Pour se servir des deux reactifs combinés que je propose, j'ai employé un moyen très-simple : Les préparations microscopiques que j'avais précédemment traitées par l'acide sulfurique à froid, étaient soumises à l'action de la flamme d'une lampe à alcool, ayant toujours soin de les tenir suffisamment écartées pour éviter les secousses d'une évaporation brusque. Au bout de quelques instants, je voyais la matière noire se fondre, se mêler à l'acide sulfurique et communiquer à celui-ci une teinte bistre très-prononcée, même à l'œil nu. Le refroidissement de la plaque de verre opéré, j'examinais au microscope, et je remarquais que, en effet, la substance noire de la chromhidrose fondait facilement dans l'acide, en lui communiquant une coloration bistre, parfaitement homogène partout.

Toujours méfiant, j'ai pensé que peut-être la coloration bistre était due à l'action de l'acide sulfurique et de la chaleur sur les matières grasses qui accompagnent les plaques de chromhidrose, ou sur l'huile d'olive ou la glycérine dont on se sert souvent pour enlever la matière colorante étalée sur les paupières. Voulant éviter ces inconvénients, j'ai institué un nouveau système d'expérimentation, et j'ai procédé de la manière suivante :

Sur un morceau de papier blanc à filtrer, plié en quatre, je plaçais une certaine quantité de matière noire chromhidrotique, mélangée à de la glycérine. Je traitais ce dépôt, à plusieurs reprises, par l'alcool rectifié, de manière à dissoudre la glycérine et les matières grasses, et à les faire rester dans cette espèce de filtre. Une fois la matière colorante nettoyée par le moyen indiqué, j'enlevais les plaques de chromhidrose ; je les plaçais sur une bande de verre porte-objet, et je continuais l'opération par l'acide sulfurique et la chaleur, comme il a été indiqué précédemment. Le résultat a toujours été identique : la matière noire chromhidrotique fondait toujours dans l'acide sulfurique chauffé, en lui communiquant la coloration bistre foncée que j'ai indiquée. Pour peu qu'on prolongeât l'opération après la fonte de la matière colorante, on voyait celle-ci prendre une coloration noire très-foncée, et se répandre sur la plaque en plusieurs directions. Je terminerai par une remarque détachée, mais qui pourrait être très-utilisée à l'avenir : c'est l'analogie frappante de *coloration* qu'on observe entre les plaques de chromhidrose et les cristaux d'hémine obtenus en traitant des taches récentes ou anciennes de sang par la méthode proposée par Brücke, ou plutôt par celle de M. Erdmann, publiée dans le n° 33 de la *Gazette hebdomadaire de Paris* (15 août 1862).

une attention toute spéciale, et desquels il résulte que le sang peut, sous l'influence de causes pathologiques très-peu ou point connues encore, s'altérer à son passage par certains tissus ou par certains organes ; que les globules rouges peuvent abandonner très-facilement leur matière colorante, laquelle prend une teinte de plus en plus foncée, dès qu'elle se trouve directement en contact avec certains liquides du corps, se réduisant quelquefois en granulations moléculaires très-fines, ou restant sous forme de masses irrégulières plus ou moins foncées. — Le *Bulletin de la Société anatomique de Paris* (année 1858, pages 116 à 121) contient la relation d'un cas de cette espèce, dont l'analyse microscopique a été faite par moi. ORDONEZ.

Les cristaux d'hématoïdine qu'on trouve tout formés au centre de certains foyers apoplectiques d'ancienne date, ainsi que ceux qu'on obtient en traitant l'hématosine amorphe par l'éther sulfurique, présentent une coloration rouge-orange, caractéristique ; tandis que les cristaux, dits d'hémine, obtenus par les méthodes ci-dessus indiquées, tout en conservant la forme des précédents, s'en distinguent par une coloration très-foncée, presque noire, analogue à celle des plaques chromhidrotiques. — J'ai répété plusieurs fois les expériences proposées par M. Erdmann, pour la recherche du principe colorant de sang, et c'est avec connaissance de cause que j'ose faire ce rapprochement. (Ordonez).

J'ai comparé à la *cyanourine* la substance colorante des paupières dont j'ai parlé devant l'Académie de médecine, mais au point de vue de sa nature et non au point de vue de sa couleur, comme le montrent les descriptions et les autres données contenues dans mon travail ; aussi ne comprend-on pas que, se fondant sur cette comparaison, il ait été possible à quelqu'un de dire que j'avais trouvé sur les paupières une substance semblable à l'indigo. (Ch. Robin.)

Il n'est pas inutile de rappeler ici un fait qui est familier à ceux qui ont étudié les principes colorants des solides et des humeurs, mais qui, malgré son importance, ne semble pas l'être au même degré à beaucoup de médecins. Sans changer de composition, beaucoup de matières colorantes passent par des teintes très-diverses, selon les conditions dans lesquelles elles sont placées. C'est ainsi que la substance colorante accidentelle de l'urine, appelée habituellement *mélanourine* ou *cyanourine*, a, selon les teintes par lesquelles elle peut passer, été nommée *uroxanthine*, *uroglaucine* et *urrhodine*. D'un bleu foncé lorsqu'elle est pulvérulente, elle prend le brillant métallique des paillettes d'indigo par la dessiccation, et une teinte bleue foncée virant au pourpre, quand elle est en dissolution dans l'alcool. Elle se rencontre dans des urines bleues, violettes, noires et verdâtres ; elle n'est probablement elle-même qu'une modification isomérique accidentelle de la matière colorante normale de l'urine, appelée successivement *acide purpurique*, *acide rosacique*, *purpurine*, *uroérythrine*, *urrhodine*, *urohœmatine*, *urrosacine*, etc. Celle-ci est elle-même susceptible de présenter des variations de teinte notables selon les conditions dans lesquelles elle est produite, l'état d'acidité, de neutralité ou d'alcalinité et la quantité de sels de l'urine qui la renferme. On sait d'un autre côté que la *biliverdine* passe dans des conditions analogues normales ou morbides, du vert très-pâle au vert le plus foncé, au point de sembler noire à la lumière réfléchie, ou encore plus souvent du jaune orangé à reflets verdâtres depuis le ton le plus pâle jusqu'au plus intense. Les pigments oculaire et cutané, variant du jaune au noir absolu, offrent des particularités analogues dans une autre série de teintes. C'est sous ce point de vue qu'on dit de ces corps et de l'hématosine que ce sont des corps analogues, bien que très-différents au point de vue de la couleur propre, de la solubilité, etc. Enfin M. Delore a reconnu que la matière colorante retirée du pus accidentellement bleu, est

verte lorsqu'elle est dissoute dans l'éther, bleue si elle est dans le chloroforme ou dans l'eau, et d'un bleu très-foncé lorsqu'elle est obtenue solide et pulvérulente après évaporation de ces liquides. (Delore, *Recherches sur le pus*, thèse de Paris, 1854, in-4°, p. 25.)

Cours de philosophie positive, par AUGUSTE COMTE, répétiteur d'analyse transcendante et de mécanique rationnelle à l'École polytechnique, 2e édition, augmentée d'une préface par E. LITTRÉ, membre de l'Institut. Paris, 1864, 6 vol. in-8 (1).

ANALYSE PAR M. CH. ROBIN.

Comme la philosophie exerce déjà et doit surtout exercer une grande influence sur la culture des sciences, il n'est pas hors de propos de parler ici des traités philosophiques dont ne sont pas exclues ces dernières. En opposition avec les philosophies théologiques et métaphysiques, et justement en raison de l'impuissance où elles ont été de donner jamais la démonstration de leurs principes, la philosophie positive renonce à toute recherche de l'absolu, quelque forme qu'il prenne, soit par rapport à l'origine des choses, soit par rapport à leur fin ou but; elle est donc toujours relative. Distinguant les connaissances abstraites des connaissances concrètes (les premières sont seules du domaine de la philosophie), elle range tout le savoir humain sous six chefs ou sciences qui se suivent et s'enchaînent : 1° la *mathématique*, la plus ancienne de toutes et la plus simple ; 2° l'*astronomie*, qui dépend de la mathématique ; 3° la *physique*, qui dépend de la mathématique et de l'astronomie ; 4° la *chimie*, qui dépend de la physique ; 5° la *biologie*, qui dépend de la chimie surtout et aussi de la physique; 6° la *sociologie*, ou science sociale, ou histoire, qui dépend de la biologie.

Tel est le vaste ensemble trouvé par Auguste Comte, ensemble qui, par soi seul, est pour l'esprit l'enseignement le plus fécond et la direction la plus sûre. La *sociologie*, sixième science, lui doit aussi ses premiers fondements; et ce n'est, en effet, qu'après l'avoir créée, qu'il a pu construire le cycle entier de la science ou philosophie : car, comme on voit, grâce à cette immense découverte, le circuit du monde intellectuel est fait, comme le fut jadis celui du globe terrestre par Vasco de Gama et Magellan. Tout est embrassé par là, tout, depuis les premières spéculations mathématiques et les phénomènes inorganiques jusqu'à ceux du monde organisé et des sociétés.

(1) Chez J. B. Baillière et fils. Les quatre premiers volumes sont parus, les deux derniers paraîtront le 1er juillet prochain avec la table alphabétique des matières qui [illegible] nouvelle édition.

En esquissant cette analyse j'ai sous les yeux un livre des plus considérés dans l'enseignement de la jeunesse, composé par plus de quarante des hommes chargés de cet enseignement qui se sont réunis dans le but d'*admettre le plus grand nombre à la science*, car vulgariser est un besoin de notre époque. Je lis dans cet ouvrage que : *l'opinion qui n'admet de vrai et de certain que ce qui est mathématiquement démontré ou ce qui tombe sous l'observation sensible, est aujourd'hui la manière de voir, avouée ou non, du grand nombre des savants. Au fond c'est le matérialisme et le scepticisme moral.*

Il ne faut pas se dissimuler que ceux qui ont répandu cette croyance sur les savants l'ont fait partager à une grande partie du public. Cette partie du public est cependant inconséquente, car nous ne devons croire que ceux qui savent, et pourtant ceux en qui elle a foi en cette circonstance ont soin de se ranger hors du groupe des savants dont ils parlent. En cela ils ne font que se rendre justice, et pour s'en assurer, il suffit de lire ce qu'ils pensent des *sciences* en général, dont ils n'omettent qu'une chose, la définition, et de plus une classification basée sur la connaissance même des notions qu'il s'agit de coordonner.

Il est donc assez volontiers admis que les hommes de science, les anatomistes, les physiologistes, les médecins en particulier, ne sont guère préoccupés que de questions matérielles ; que la philosophie partielle de la science qui les absorbe plus spécialement, que la philosophie générale et la morale qui en découle, leur répugnent en quelque sorte ou au moins sont dédaignées par eux.

Il est vrai que parmi quelques-uns de ceux que leur position met en évidence, il est certains esprits qui répugnent à tout ce qui est méthode et ordre général, qui ont quelque tendance à considérer comme subversives les intelligences qui, poursuivant les questions jusqu'à leurs conséquences les plus élevées, passent insensiblement du fait expérimental aux inductions philosophiques auxquelles mène celui-ci. Pourtant rien n'est plus faux que la croyance précédente appliquée au plus grand nombre. Je n'en citerai ici d'autre preuve que ce mouvement de la raison commune qui entraîne les principaux éditeurs d'ouvrages se rapportant directement et indirectement à la médecine à joindre à leurs publications habituelles celle de traités philosophiques. Telle est la *Bibliothèque de philosophie contemporaine* de M. Germer Baillière, telle est la publication non moins importante du *Cours de philosophie positive* d'Auguste Comte, par MM. J. B. Baillière et fils, etc.

Malgré tout ce qu'a soulevé d'injustes préventions contre cet ouvrage la manière de voir de ceux à qui j'ai fait allusion en commençant cette page, personne ne peut nier que ce traité ne soit devenu d'une lecture indispensable pour tous ceux qui s'occupent de sciences, tant organiques qu'inorganiques, abstraites ou appliquées. Il contient en particulier la première classification rationnelle et réellement complète des sciences qui ait été produite, au milieu de toutes les tentatives faites à cet égard. Il comprend en outre la

philosophie de chacune de ces sciences, et c'est de ces philosophies partielles qu'elle fait surgir une philosophie générale ou commune, réellement positive, et embrassant tout le pouvoir logique de l'esprit humain.

Je ne parlerai ici que de la partie de cet ouvrage sans égal, qui traite de la philosophie biologique.

L'originalité, la profondeur et la généralité des notions philosophiques produites par Comte seront longtemps encore ignorées du plus grand nombre de ceux dont le devoir serait de s'en pénétrer. Par le titre même qu'elles portent, elles impliquent quelques connaissances scientifiques qui, bien qu'élémentaires, ne sont encore familières qu'à peu de personnes; qui ne s'introduisent qu'avec lenteur dans l'enseignement, dont la philosophie devrait constituer le couronnement. Elles exigent par conséquent un certain travail; elles demandent que le lecteur prenne part dans certaines limites aux efforts de pensée que l'élaboration de ces notions a coûtés à leur auteur. Elles demandent pour être bien saisies l'emploi, à un égal degré et sans préjudice des unes au profit des autres, de nos facultés intellectuelles. De toutes les notions que nous font acquérir ces facultés, cette philosophie forme en effet un faisceau plus solide que celui des dards réunis ensemble par le vieillard dont nous parle le fabuliste.

Exposant une philosophie neuve en ce qu'elle n'est pas absolue ni intolérante de sa nature, puisque ses conséquences ne valent qu'après vérification expérimentale, A. Comte fut entièrement absorbé par son œuvre. Une fois maître de l'ensemble de ses idées, il ne se préoccupa que d'être rigoureusement logique, et il adopta le style des sciences abstraites qui lui était déjà familier. Clair et sans ambiguïté pour ceux qui sont rompus à l'étude de ces dernières, il présente d'abord quelques difficultés pour ceux que leur éducation n'a pas encore placés dans ces conditions. On comprend qu'il y ait eu là un obstacle à la diffusion des écrits de Comte parmi les littérateurs, et que ses idées gagneront près d'eux à être présentées sous des formes plus en rapport avec la manière d'écrire que recherchent ceux qui aiment à lire sans être obligés de trop réfléchir. Mais les difficultés dont il vient d'être question sont loin d'être insurmontables, et une fois vaincues par la lecture de quelques pages, on demeure frappé de l'étendue des notions que leur auteur exprime en peu de mots. Du reste, qu'elles sont les questions de méthode qui n'ont pas eu besoin d'être exposées sous les aspects les plus divers, avant de se généraliser?

Il est toujours laborieux de substituer ce qui est neuf à ce qui est ancien quoique faux ; se débarrasser du *vieil homme* est difficile dans l'ordre intellectuel comme dans l'ordre organique, sans quoi nous échapperions à la vieillesse, et plus nous avançons en âge plus ces difficultés croissent.

Une méthode de philosopher des plus faciles régnait sans conteste depuis des siècles. Elle posait à priori une conception de l'esprit, appelée principe métaphysique (c'est-à-dire au delà des choses naturelles). Elle en déduisait des conséquences n'ayant besoin que de satisfaire à la condition d'être logiques,

et ne requiérant jamais les conséquences à posteriori de l'expérience ; aussi s'étendaient-elles sans peine à perte de vue.

A ces principes subjectifs de la métaphysique qui seraient précieux, s'ils n'étaient des impasses (ainsi que le dit M. Littré dans un récent ouvrage sur *Auguste Comte et la philosophie positive*), ce philosophe substitue une autre doctrine qui lui est propre. Au lieu de partir de l'esprit humain pour arriver à une connaissance du monde, il part de cette dernière pour déterminer celle de l'esprit par la notion des rapports multiples de l'un avec l'autre. Il atteint ce but en faisant surgir, ainsi que je l'ai déjà dit, la philosophie générale de la philosophie partielle de chacune des six sciences fondamentales dont toutes les autres sciences sont des rameaux. Il montre comment, dans la philosophie de chacune de ces sciences, prennent successivement leur source les divers procédés intellectuels qui servent à la découverte du vrai, à l'appréciation du beau et à l'amélioration du bien, et dont l'ensemble constitue la philosophie proprement dite.

Ceux qui approfondissent, en particulier, la mathématique, la physique, l'astronomie, la chimie, la biologie ou la sociologie, trouvent nécessairement quelques modifications à faire à certaines des solutions données par Comte, touchant divers problèmes secondaires, du domaine intérieur ou spécial de chacune de ces sciences. Il y a de vingt à trente-cinq ans qu'il publiait cet ouvrage ; or, depuis cette époque, les sciences ont marché vite ; la chimie et la biologie particulièrement. Ces progrès ont prouvé qu'il est des questions que ce puissant esprit a placées trop loin des premiers plans, même pour son époque ; qu'il en est d'autres pour lesquelles la solution qu'il a adoptée n'est pas celle que confirment les expériences plus précises faites de nos jours. Mais les modifications à quelques-unes de ses vues, devenues aujourd'hui nécessaires, ne portent que sur un certain nombre de points de ces sciences, et même ils ne sont pas de première importance pour chacune d'elles, de telle sorte qu'une fois ces perfectionnements achevés, l'édifice reste entier, conservant l'intégrité de ses plans et de ses contours.

Aussi est-ce à juste titre que M. Littré a écrit que : « Chacune de ces philosophies de chaque science a été écrite avec une telle connaissance et une telle profondeur, que les hommes du métier, même ceux qui sont en désaccord philosophique avec M. Comte, y trouvent à apprendre pour leur domaine spécial ; et le tout est si puissamment coordonné, qu'il sert aussi bien à former les disciples qu'à fortifier ceux qui ont franchi ce degré. »

C'est en vain réellement que l'on chercherait ailleurs que dans le traité d'Auguste Comte un ensemble de vues philosophiques plus remarquables et plus complètes sur la science des corps organisés. Les médecins eux-mêmes y peuvent trouver largement à puiser, comme bien des fois M. Littré et d'autres l'ont prouvé. Les rapports de la biologie avec les sciences voisines, ses divisions, les conditions d'accomplissement des phénomènes essentiels qu'elle étudie, la nature de ces derniers, y sont déterminés avec une admirable netteté.

Il n'est pas de problème fondamental dont il ait omis la solution, et pourtant rien n'est plus commun que de trouver son nom cité à propos de questions qui ne rentraient pas dans le plan de son traité, ou de voir donner sous son autorité des opinions contraires à celles qu'il a défendues.

C'est ainsi qu'on a pu entendre dans une assemblée scientifique développer l'importance philosophique des preuves expérimentales de la non-existence de la génération spontanée, sous ce point de vue que ces preuves saperaient par la base les doctrines d'Auguste Comte, considérées comme une des formes du matérialisme par ceux qui ne les connaissent que par ouï-dire. Voyons d'abord ce qu'on entend, au point de vue historique et en fait, par ce mot *matérialisme*, que certaines écoles jettent incessamment à la face des physiologistes et des médecins, croyant par là se justifier suffisamment d'ignorer les choses dont ils parlent ; ce que nous dirons ensuite des opinions de Comte sur la génération spontanée, montrera quelle valeur ont de pareilles allégations.

Le matérialisme en philosophie, dit M. Littré, est l'opinion de ceux qui ne connaissent que la substance matérielle, et qui rejettent l'existence de substances spirituelles. Cette opinion se partage en deux très-distinctes : l'une, la plus ancienne, essaye, par ce qu'elle sait des lois de la matière, de donner une explication de la formation du monde (par exemple, l'épicurisme et les atomes) ; par conséquent, au fond, et malgré les apparences, elle ne sort pas de l'ordre métaphysique ; l'autre, plus récente et due uniquement à la philosophie positive, reconnaît que pour l'homme il n'y a que la matière et des forces qui lui sont immanentes ; mais elle renonce à toute spéculation sur l'origine de cette matière et de ces forces.

La philosophie positive a profité de cette distinction essentielle pour donner au matérialisme un sens spécial : elle le définit une erreur de logique qui consiste à expliquer certains phénomènes s'accomplissant d'après des lois spéciales et propres, à l'aide de celles qui nous servent à relier entre eux des phénomènes d'un ordre plus simple, par une sorte d'importation, dans une science plus complexe, des idées générales d'une science moins compliquée. Par exemple, vouloir expliquer les lois de la combinaison des corps en proportions déterminées, celles de la double décomposition des sels, du dédoublement catalytique de divers composés, etc., par les lois de l'électricité, par celles de la chaleur, de l'attraction universelle ou pesanteur, c'est faire du matérialisme en chimie. Nier, dans les éléments anatomiques et les tissus végétaux et animaux, l'existence de propriétés différentes de celles des corps bruts, expliquer les fonctions normales et les troubles morbides de l'économie vivante par les lois de la mécanique, de la physique et de la chimie seulement, c'est être matérialiste en physiologie et en médecine.

C'est donc à tort que l'expression de médecins matérialistes a été appliquée à ceux qui ont constitué la biologie et la pathologie comme science, sur la seule considération de la structure et des propriétés inhérentes à la matière organisée, sans s'occuper des causes premières (Dieu, âme, na-

ture, etc.); sans faire intervenir des causes hypothétiques, des entités ontologiques (principe ou esprit vital, archées, etc.), comme ont été obligés de le faire les médecins qui ne connaissaient pas la constitution intime de l'organisme et ses propriétés élémentaires, seules capables de nous rendre compte des phénomènes plus complexes qui se passent dans l'économie, puisqu'ils n'en sont que des manifestations dans des conditions particulières. Ces propriétés n'existent point indépendamment de la matière organisée. Par conséquent, employée sous une forme critique, la qualification de matérialiste adressée aux physiologistes n'a pas de sens, puisque jamais nul des actes de la pensée n'a existé sans matière organisée cérébrale, soumise elle-même à certaines conditions de circulation et de nutrition, pas plus qu'on n'a vu la contractilité sans fibres musculaires, et ainsi des autres.

L'esprit aidé de l'observation et de l'expérience ne découvre que des lois ; les lois seules des phénomènes peuvent être connues par l'intelligence. Quant aux causes premières, toutes ne sont qu'un produit subjectif des sentiments ou de l'imagination, n'ayant aucune existence saisissable en dehors de l'esprit de celui qui les crée ; de là vient qu'elles sont multiples et variables comme les individus, et sources de dissidences incessantes. L'histoire des sciences en général, celle de l'étude des phénomènes de génération en particulier prouvent que toujours c'est la vaine recherche des causes premières qui a exercé les esprits, tant que les lois suivant lesquelles les faits eux-mêmes se passent n'étaient pas encore connues.

A ce propos Comte s'exprime ainsi en ce qui concerne la génération : « L'influence très-prononcée de la philosophie métaphysique ne s'y fait pas seulement sentir sous la forme directe et grossière manifestée par les physiologistes arriérés qui en sont restés aux *forces plastiques*. Ceux même que domine réellement une intention beaucoup plus positive, subissent encore à leur insu, d'une manière indirecte et spécieuse, ce ténébreux ascendant, lorsque dans un ordre de phénomènes aussi profondément compliqué, ils entreprennent aujourd'hui par des recherches nécessairement stériles sur les *générations spontanées*, cette vaine détermination des causes essentielles, à laquelle les physiciens ont unanimement renoncé désormais envers les plus simples effets naturels. Aussi quoique les observations convenablement suivies manquent jusqu'ici à l'égard de presque toutes les parties de ce grand problème, on peut dire que l'immense obscurité qui enveloppe maintenant un tel sujet tient surtout à ce qu'on y cherche ce qui, en réalité, n'est nullement susceptible d'être trouvé. » (Comte, t. III, 43e leçon, février 1838.)

L'expression de *génération spontanée* ne se trouve nulle part ailleurs dans les écrits de ce philosophe ; ceux donc qui, pour en faire un matérialiste, l'ont présenté comme un partisan des *générations spontanées*, n'avaient pas lu ses écrits, et parlant sans les connaître, mais non sans passion, ne sont pas tombé juste, ou les connaissant ils en ont changé le sens ; moyens dont aucun ne prouve en faveur de la cause qu'ils cherchent à défendre ainsi.

Plus tard, Auguste Comte s'est exprimé plus explicitement encore sur ce

sujet, d'après l'examen des données générales de la science qui s'y rapportent. « Écartant toute vaine discussion sur les origines absolues, dit-il, il faut donc reconnaître comme une notion essentielle de philosophie relative, que chaque être vivant émane toujours d'un autre semblable. Ce fait général ne résulte d'aucune déduction et ne repose que sur une immense induction, désormais inattaquable..... Ainsi le grand aphorisme de Harvey, *omne vivum ex ovo*, n'est imparfait qu'en ce qu'il spécifie un mode d'émanation souvent étranger aux organismes inférieurs. Sous une meilleure rédaction *omne vivum ex vivo*, il constituera toujours l'une des principales bases de la biologie systématique. Cette dernière loi fondamentale de la vie universelle achève de séparer radicalement la moindre existence organique de toute existence inorganique..... Tous ceux qui ont supposé la variabilité indéfinie des espèces se sont trouvés bientôt conduits à concevoir les corps vivants comme pouvant se former de toutes pièces par de simples actions chimiques, au moins chez les êtres inférieurs. De tels paradoxes doivent peu surprendre dans cet ordre de spéculations, etc. » (*Système de politique positive*. Paris, 1851, in-8°, t. I, p. 591-592.) Que penser, je le répète, de la manière dont les adversaires systématiques de l homme qui a écrit ce qui précède, interprètent ses doctrines lorsqu'ils en font un partisan de la génération spontanée ?

On sait que par ces mots on entend la production d'êtres vivants qui, ne se rattachant pas à des individus de la même espèce, ont pour point de départ de leur formation des corps d'une autre espèce, production qui dépend d'un concours d'autres circonstances que celles qui se trouvent dans un être vivant, c'est-à-dire de rénovation moléculaire continue ou nutritive. C'est la manifestation d'un être nouveau et dénué de parents ; c'est par conséquent une génération primordiale, une création.

Jusqu'à présent le pour ni le contre de cette hypothèse n'ont été prouvés péremptoirement ; par la raison que pour donner une démonstration de l'un et de l'autre cas, il importerait de n'expérimenter qu'après s'être familiarisé avec l'observation du mode de génération des éléments anatomiques dont on peut constater journellement la naissance dans les embryons végétaux et animaux, dans les tissus de l'adulte même. Or, ceux qui admettent que des infusoires, les uns plus simples, les autres plus complexes que les cellules, les fibres, etc., de nos tissus, peuvent naître dans des circonstances autres que celles qui dépendent du concours d'un être semblable, n'ont pas suivi ni décrit les phases de la génération des premiers, comparativement aux phases de celle des seconds. Le mode de naissance de ces éléments est pourtant connu, et rien n'importait plus ici que d'aller du connu à l'inconnu. Ceux qui admettent que les végétaux et les animaux infusoires naissent avec le concours d'êtres semblables à eux et non par création de toutes pièces, n'ont pas moins besoin, pour être irréfutables, de procéder du connu à l'inconnu. Il importe que, partant de leurs connaissances expérimentales propres à la génération des éléments anatomiques, ils décrivent comment se développent et se reproduisent les infusoires dont le mode de génération fait l'objet du litige ; en quoi

ces phénomènes se rapprochent ou diffèrent de ceux des éléments anatomiques de nos tissus dont aujourd'hui nous pouvons suivre l'évolution, depuis leur apparition première jusqu'aux dernières périodes de leur développement.

Mais jusqu'à présent on n'a étudié que les conditions du phénomène, et non directement celui-ci même. Ce dernier n'a, en quelque sorte, été observé que de loin, indirectement, par voie d'exclusion de telle ou telle possibilité ou impossibilité, sans avoir sous les yeux même, ni les êtres naissant dans un cas, ni les germes se développant pour le cas contraire, comme on a sous les yeux les éléments anatomiques auxquels j'ai fait allusion plus haut, dont on connaît l'époque, le lieu et le mode de génération. (Voyez ci-dessus pages 49 et 50 de ce volume, et *Dictionn. de médecine de Nysten*, art. HÉTÉROGÉNIE.)

Au milieu de la confusion qui a longtemps régné parmi les anatomistes, les physiologistes et les médecins sur l'importance relative de tel ou tel des problèmes qui sont du domaine de leurs études, Comte a toujours su distinguer ceux qui avaient une valeur réelle et apprécier les hommes qui les ont envisagés sous leurs véritables points de vue. A cet égard, son ouvrage doit encore être consulté tous les jours par ceux qui sentent de quelle nécessité est, dans un écrit quelconque, la détermination précise des questions dominantes à côté de celles qui ne leur sont que subordonnées; combien la définition exacte des phénomènes essentiels qui se passent dans l'économie est indispensable au lecteur, etc. Aussi, en le lisant, on regrette de voir tant de traités d'anatomie et de physiologie publiés sans que leurs auteurs aient consulté ce guide précieux.

Ainsi, par exemple, pour ne pas quitter encore le sujet dont je viens de parler, ses appréciations sur le mode de génération et de développement des éléments anatomiques (question dite depuis *theorie cellulaire*) sont des plus remarquables, bien que l'observation ne les ait pas entièrement vérifiées. Cette question, du reste, préoccupait depuis longtemps les esprits les plus éminents à l'époque où il écrivait, ainsi que le prouvent les faits que je vais rappeler.

On sait que, en même temps que Bichat créait l'anatomie comme science, en ajoutant l'anatomie générale aux deux branches déjà très-avancées de cette science, M. Mirbel fondait en 1800 (1) et 1802 (2) l'anatomie générale des plantes. Dans le règne végétal comme dans le règne animal, ces deux parties de l'anatomie se trouvaient à peu près également préparées par des accumulations de faits isolés. Aussi ne faut-il pas être étonné de voir ces deux hommes éminents faire faire chacun de leur côté un progrès analogue à celle des sciences dont ils avaient embrassé l'étude, et cela sans même se

(1) Brisseau Mirbel, *Histoire natur. génér. et particul. des plantes*, ou *Traité de physiologie végétale*. Paris, 1800, in-8.

(2) *Éléments de physiologie végétale et de botanique*. Paris, 1815, 2e édit., in-8, 2 vol. de texte, 1 vol. de planches, et *Traité d'anatomie et de physiologie végétale*, 1re édit. Paris, 1802, in-8, et 2e édit., 2 vol. Paris, 1813.

douter qu'ils travaillaient dans le même but. Ce fait, du reste, paraîtra naturel à quiconque aura senti combien est réel le parallélisme du développement des sociétés et des sciences, et reconnu, d'après l'examen de l'histoire de celles-ci, que chaque découverte est autant le fait de la société que de l'homme qui la représente.

De même que Bichat ajoutait l'anatomie générale des animaux à celle des organes et des appareils, Mirbel ajoutait l'anatomie générale des plantes à l'organographie et à la description de l'appareil de la reproduction déjà avancées par les travaux de Tournefort, Linné, Adanson, de Jussieu, Gærtner, etc. Dès lors l'ensemble de l'anatomie végétale systématisée dans le livre cité précédemment (1802) fit de rapides progrès.

De Mirbel établit le premier que les tissus végétaux sont formés d'un seul et même tissu membraneux différemment modifié ; il démontre l'absence des fibres admises par hypothèse et considérées comme destinées à relier entre elles les diverses parties constituantes des plantes. Mais il eut le tort de ne pas admettre dans le principe que les tubes et cellules puissent être isolés les uns des autres, fait reconnu par ses devanciers.

Il admit au contraire que c'est un tissu membraneux continu, creusé de cavités de formes diverses ; que les cellules contiguës sont, en un mot, à parois communes, fait qui n'est pas général. Il décrivait les fibres des tissus ligneux, formés par les clostres superposés, sous le nom de *petits tubes* du bois à parois épaisses et à cavités quelquefois obstruées.

Il établit six ordres de vaisseaux, classification à laquelle on n'a rien changé, si ce n'est que les réservoirs ou lacunes remplies de matières résineuses ont été séparés des vaisseaux propres (appelés depuis *laticifères*), pour en faire un groupe de réservoirs distinct des vaisseaux pourvus de parois propres. Il démontra de plus que les vaisseaux conservent toute leur vie les caractères qu'ils possèdent dès leur apparition, et ne sont pas des métamorphoses des trachées ; que de plus celles-ci n'existent que dans le canal médullaire, les pétioles, etc., mais non dans le bois ni le liber. Il démontra qu'il faut rejeter l'hypothèse admise depuis Malpighi, et que ces vaisseaux ne peuvent être comparés ni aux veines, ni aux artères, ni au canal intestinal. Il prouva en outre que les acotylédones ne sont formées que de tissu cellulaire et de lacunes sans vaisseaux. Il décrivit deux espèces de glandes, les unes *cellulaires* ou *excrétoires*, les autres *vasculaires* ou *secrétoires* (1). Nous verrons bientôt ce qu'il pense de leur génération et de leur développement.

Faute de connaître la constitution de la substance organisée et les propriétés qui lui sont inhérentes, on a longtemps supposé que nul élément ne pouvait naître sans provenir d'une manière directe d'un autre élément ; que

(1) Mirbel, *Observations sur un système d'anat. comparée des végétaux, fondé sur l'organisation de la fleur*. Lu à la classe des sciences phys. et mathémat. de l'Institut, 9 mai 1806 (*Mémoires de l'Institut*, 1808), et Desfontaines, *Ann. du Muséum*, t. IX.

la condition de l'apparition du second était d'être engendré par le premier à l'aide de sa propre substance dans le sens que possède le mot *prolification*; de telle sorte qu'il n'y aurait jamais de genèse, génération ou naissance à proprement parler, d'un élément anatomique quelconque, mais seulement une *reproduction* ou *prolification* successive d'éléments par un ou plusieurs autres, dont le mode et les conditions premières d'apparition resteraient inconnues.

Dès 1811, Gruithuisen, cherchant à se rendre compte des conditions de la naissance des tissus, plutôt qu'il ne décrit les phénomènes de celle-ci, dit en propres termes que du tissu cellulaire des plantes aussi bien que de celui des animaux, peut se reproduire de succession en succession de nouveau tissu cellulaire, et chaque forme de cellule n'est limitée par aucune condition de volume ; *dans chaque cellule peut s'en former une autre intérieurement;* il peut se former par développement des unes ou des autres plusieurs autres tubes cylindriques; et toutes peuvent posséder particulièrement dans leur nature les qualités organisantes que nous pouvons tous journellement observer comme se manifestant dans les formations morbides. On doit aussi, dit-il, chercher dans le tissu cellulaire la matière fondamentale, aussi bien de l'organisation la plus inférieure que de celle qui s'élève jusqu'à la vie et à l'intelligence (1). Seulement lorsqu'il arrive aux faits de détail, on voit que ces notions générales sont loin d'être fondées sur l'examen de la réalité. Il ajoute, en effet, que : chaque cavité aérienne, chaque cavité médullaire des os est une cellule élargie ; la cavité du crâne est une cellule, dans laquelle se sont formées des cellules plus molles, remplies de substances pulpeuses qui consistent en cellules. Cela se verrait chez l'embryon où le cerveau est liquide (p. 154). La cavité thoracique est une cellule dans laquelle est de nouveau une grosse cellule, la plèvre, et de nouveau dans celle-ci plusieurs autres cellules, les poumons, le péricarde, le cœur; et ces grosses cellules consistent en petites cellules et en fibres et vaisseaux formés à leur tour par des cellules allongées. On voit par le cœur, par l'estomac, etc., que les cellules peuvent posséder en elles la muscularité (p. 155). Les autres exemples qu'il cite étant tous du même genre, les précédents suffissent pour faire sentir où en étaient à cette époque les notions analytiques sur lesquelles reposait la synthèse qu'on vient de voir formulée.

Ce même ordre d'hypothèses a été continué par Heusinger (*Histologie*, 1824, in-4°, p. 112), qui fait provenir les fibres, les tubes, etc , des particules sphériques dont il admet l'existence comme partout démontrée par le microscope. La sphère étant l'expression d'une lutte égale entre la contraction et l'expansion, tous les organismes, toutes les parties organiques ont été primitivement des globules. Lorsque les forces éprouvent une plus grande tension, on voit la vésicule émaner du globule, qui souvent n'a que

(1) Gruithuisen, *Organozoonomie, oder ueber dar Niedrige Leben Verhaltniss.* Munchen, 1811, in-8, p. 151-152.

l'apparence de l'homogénéité, sans être réellement homogène. Là où des globules et de la matière amorphe se rencontrent dans l'organisme, ils se disposent en séries, d'après les lois de la physique et de la chimie, et forment des fibres; quand ce sont des vésicules elles forment des vaisseaux, des canaux. Comme Gruithuisen, il considère les séreuses, les glandes folliculaires, etc , comme des cellules agrandies, et les valvules des vaisseaux comme des *restes de cellules.*

On voit tout de suite combien d'hypothèses, postérieurement émises et encore admises par quelques médecins, ne sont que des remaniements de celles-ci et de celle de Blainville indiquée ci-après ; hypothèses auxquelles on a donné un corps plus voisin de la réalité, en prenant pour les appuyer des exemples dans les éléments anatomiques réels, ayant forme de cellules, alors aperçus par le microscope, et non plus dans certaines dispositions anatomiques des organes, comme la plèvre ou les veines.

Déjà de Blainville en 1832 (*Organisation des animaux*, Paris, 1822, in-8°, p. 9 et suiv.), s'appuyant sur les données puisées dans l'anatomie comparée, avait admis un seul *élément anatomique générateur*, le tissu cellulaire; en se modifiant à partir de son apparition embryonnaire, et de plus en plus aussi d'une espèce animale à l'autre, à compter des espèces les plus simples, cet élément aurait engendré successivement tous les autres, quels que soient leurs divers attributs ou caractères anatomiques propres, qui empêchent d'abord d'apercevoir leur origine commune. Seulement, pour de Blainville ce sont les fibres ou faisceaux de fibres du tissu cellulaire qui deviendraient l'origine des fibres nerveuses, des fibres musculaires, du cartilage, de l'os, etc. En un mot, il leur fait jouer le rôle que quelques médecins attribuent aujourd'hui aux noyaux embryo-plastiques, dits noyaux du tissu cellulaire.

Cette manière de voir, qu'il développe longuement, répandue à l'étranger par diverses traductions (voy. *Archiv fuer die Physiol.*, von. J. F. Meckel, Halle, 1822, in-8°, t. VII, p. 585, etc.), fut celle que Comte et Broussais adoptèrent en 1838, comme nous le dirons plus loin. Bien que défendue encore par beaucoup d'auteurs de nos jours, elle n'est pas vérifiée par l'observation, ainsi que je l'ai montré dans les deux premiers numéros de ce recueil, et comme j'achèverai de le prouver dans le prochain fascicule. Mais il n'en est pas moins important de compléter les notions historiques qui précèdent par les citations suivantes, pour faire sentir combien ces questions encore regardées comme neuves par quelques écrivains, occupaient les esprits à cette époque déjà ancienne.

L'auteur qui, le premier, systématisa l'ensemble de l'anatomie des végétaux, est le même auquel on dut plus tard les premiers travaux sur la formation et le développement de leurs éléments. Dès 1831, de Mirbel (1) observa sur les plantes acotylédones que les cellules se forment par *allon-*

(1) Mirbel, *Recherches anat. et physiol. sur le* Marchantia polymorpha, *pour servir à l'histoire du tissu cell., de l'épid. et des stomates* (*Ann. des sc. nat.*, 1832, t. XXV, p. 73). Lu à la cl. des sc. de l'Institut, le 27 déc. 1831.

gement des spores ou des cellules déjà existantes dans le végétal parfait, mais par *cloisonnement* ou bien par *bourgeonnement*, et que dans les cellules d'abord simples se forment les fibres spirales par dépôt secondaire à la face interne. En 1835 (1), il décrivit la formation des membranes concentriques des grains de pollen, mais sans en connaître le mécanisme par segmentation, ni par conséquent toutes les phases. Il le compare aux autres modes de formation de cellules qui naissent de toutes pièces dans le cambium et qu'il connaissait déjà. Aussi crut-il voir se former trois membranes concentriques au lieu de deux ; dont la plus externe, indéterminée, est peut être celle de l'utricule mère pollinique. Plus tard (2), il décrivit la formation de la paroi de cellulose autour de l'utricule primordiale, mais sans signaler encore la formation première des cellules. Ce ne fut qu'en 1839 (3) qu'il décrivit un troisième mode de formation des cellules, la *formation de toutes pièces* qui a lieu partout où abonde le cambium. Il montre comment les parois, d'abord simples et communes à deux cellules, se dédoublent en premier lieu vers les angles, ce qui donne lieu à l'apparition des méats intercellulaires. Puis, souvent, le dédoublement gagne de proche en proche, et chaque cellule devient une utricule distincte et seulement contiguë aux cellules voisines. « Ces cellules sont autant d'individus vivants, jouissant chacun de la propriété de croître, de se multiplier, de se modifier dans de certaines limites, et qui sont les matériaux constituants des plantes. La plante est donc un être collectif. (Page 649.) » Il est impossible de caractériser d'une manière plus simple et plus réelle comment l'individu total résulte de la réunion d'éléments constituants isolables, comment les propriétés vitales de l'être ne sont qu'une manifestation des mêmes propriétés de chacun des éléments anatomiques réunis pour le constituer. Ce fait est vrai, non-seulement pour les plantes, mais encore pour les animaux.

Il montre comment le cambium se loge autant dans les méats que dans les utricules. Dans les méats il s'organise rapidement en cellules d'après le mécanisme précédemment indiqué. Il montre comment les cellules formées d'une simple paroi d'abord, s'épaississent par dépôt de couches concentriques ; seulement au lieu d'y voir un phénomène de nutrition, lent et insensible, il décrit cet épaississement comme dû à la formation dans la cavité de la cellule simple, d'une utricule nouvelle, qui en grandissant s'applique et se moule sur la face interne de la première. Il s'en forme ensuite autant d'autres ainsi emboîtées concentriquement, qu'il y a de couches concentriques dans les cellules ligneuses adultes. Il les appelle d'après cela *utricules complexes ligneuses*. C'est d'après ces faits ainsi interprétés que quelques auteurs ont admis le mode *endogène* de formation des cellules. Il montre que les vaisseaux ne sont

(1) Mirbel, *Cours complet d'agriculture*, t. VII. Paris, 1835, p. 338.

(2) Mirbel, 1837.

(3) Mirbel, *Nouvelles notes sur le cambium* (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*, lundi 29 avril 1839, t. VIII, p. 645, et *Mém. de l'Acad. des sciences*, t. XVIII. 1842 ; 14 planches).

pas tubuleux dans toute la longueur, mais formés d'utricules superposées, que par conséquent, ils sont cloisonnés d'espace en espace. Ces cloisons ne sont pas toujours complètes, mais se résorbent et se perforent par place. Il admet enfin, avec H. Mohl, que ce qu'il appelait des trous et des fentes, n'est souvent qu'un amincissement des parois (1). Plus tard de Mirbel crut voir les granulations moléculaires douées du mouvement brownien, se rencontrer et s'ajuster ensemble pour former des cellules. Il les appelle à cause de cela des *phystospermes*. Mais ce travail n'ajoute rien aux précédents sur les modes de multiplication des cellules végétales par *germination* ou *bourgeonnement*, par *allongement*, puis *cloisonnement* dans les cryptogames, et de *formation de toutes pièces aux dépens du cambium* dans les phanérogames, ainsi qu'aux autres faits que nous venons de mentionner; si ce n'est une confirmation sur le dédoublement des cloisons primitivement simples et que de Mirbel avait cru dans le principe rester toujours simples.

Parti d'une idée philosophique non moins élevée, et ne se bornant pas à l'emploi des seuls moyens physiques d'exploration, mais les mettant au contraire au service de l'esprit de comparaison, Dutrochet arrive à des résultats déjà bien plus importants que tous ses prédécesseurs. Il est, en fait, le promoteur de cette idée que les animaux et les végétaux se développent de la même manière, et de cette autre que les uns et les autres dérivent de cellules. « Tout dérive évidemment de la cellule dans le tissu organique des végétaux, et l'observation vient de nous prouver qu'il en est de même chez les animaux (2). » C'est la comparaison entre l'organisation des végétaux et celle des animaux qui le conduisit à cet important résultat. Il développe longuement cette idée, en cherchant à prouver que tous les tissus animaux sont formés de cellules. « Les corpuscules globuleux qui composent par leur assemblage tous les tissus organiques des animaux sont véritablement des cellules globuleuses d'une excessive petitesse, lesquelles paraissent n'être réunies que par une simple force d'adhésion; ainsi tous les tissus, tous les organes des animaux ne sont véritablement qu'un tissu cellulaire diversement modifié (3). » Les fibres musculaires, cellulaires, etc., ne sont que des cellules allongées comme celles des vaisseaux et des plantes. Mais comme pour que toute idée fructifie, il faut une démonstration au moins apparente susceptible de vérification, la conception de Dutrochet n'eut pas entre ses mains la même influence qu'entre celles de Schwann. Cela tient, d'une part, à ce que ne pouvant se servir que d'instruments trop imparfaits, le premier de ces auteurs ne décrivit anatomiquement d'une manière bien exacte que ce qui a rapport aux plantes.

(1) Mirbel, *loc. cit.* (*Comptes rendus, etc.*, p. 654, 1839).

(2) Dutrochet, *Recherches sur la structure intime des animaux et des végétaux*. Paris, 1824, in-8.

(3) Dutrochet, *Mém. pour servir à l'histoire anat. des végétaux et des animaux*, Paris, 1837, in-8, t. II, p. 468.

Il est inutile aujourd'hui de discuter l'expérience dans laquelle il crut voir se former, sous l'influence de la pile voltaïque dans de l'albumine, du jaune d'œuf, etc., des fibres musculaires par agglomération des globules dont il croyait tous les solides formés (1).

A la suite de cette théorie vraie au fond, mais trop exclusivement physique, et faiblement, mais réellement préparée par la théorie purement mécanique de Heusinger, qui, dans le développement, fait tout dériver des propriétés géométriques de la sphère, nous voyons succéder la théorie purement chimique de Raspail (2). Celle-ci, également préparée par les précédentes et aussi vraie qu'elles dans son énoncé général, doit en être reconnue comme une simple extension, un simple développement sous le point de vue chimique, et aussi comme une préparation et une transition insensible et graduelle à la théorie plus purement anatomique de Schwann. Chacune de ces vues, du reste, n'est que l'expression des tendances de l'époque où elles ont paru. Chacune de ces vues n'est qu'une trace de l'envahissement constant et caractéristique de la biologie par chacune des sciences ou des parties des sciences qui la précèdent dans l'ordre hiérarchique de complication croissante; sciences dont l'application, au moment de leur création ou de l'un de leurs progrès marquants, a toujours été essayée sur toutes celles qui les suivent et sur toutes leurs subdivisions, jusqu'à ce que soit nettement déterminé ce qu'elles ont de réellement applicable.

Il n'est pas moins remarquable de voir Broussais, mort en 1838, écrire cette année-là, sinon auparavant, que : « Il résulte des travaux modernes sur l'organogénie et surtout des savantes recherches de Raspail faites au moyen du microscope, que tout être organisé commence par une vésicule imperforée détachée d'un être semblable... La vésicule perceptible au microscope qui sert de point de départ à l'organisation, s'accroît en s'assimilant une partie des éléments gazeux et liquides qu'elle aspire, et en rejetant en dehors par l'expiration ce qui lui est superflu. Ce fait étant applicable à l'embryon de l'homme dont nous nous occupons principalement dans cet ouvrage, nous disons que la vésicule embryonnaire ne peut conserver la vie que par l'excitation que produisent sur elle les matériaux propres à sa nutrition... Nous admettons que tout être organisé commence par une vésicule ; que toutes les extensions, tous les prolongements, se font également par des vésicules développées dans l'intérieur de la première et de toutes les autres; en un mot que tout a germé et poussé sous forme vésiculaire.

» Nous reconnaissons que cette forme persiste encore dans les organes creux; mais elle disparaît dans les filaments divers dont l'entrelacement constitue leurs parois. Nous sommes loin de nier que ces corps vésiculaires ont été pri-

(1) Dutrochet, *Gaz. méd. de Paris*, déc. 1832.

(2) Raspail, *Nouveau système de physiol. végét. et de botan.*, in-8, t. I, § 9 et suivants, *Théorie spiro-vésiculaire*. Paris, 1837, et *Nouveau système de chimie organique*, 2e édit., in-8. Paris, 1838, t. II, p. 9 et 10.

mitivement des vésicules sorties les unes des autres dont les cloisons se sont rompues pour constituer des canaux ; que cette disposition ait persisté dans tous les organes qui ont conservé la forme canaliculée ; qu'elle ait disparu dans les filaments qui nous paraissent former la trame de ces organes et de tous les autres par une oblitération complète ou incomplète ; en un mot nous ne voulons infirmer ni même attaquer aucun des résultats des observations microscopiques que nous admirons, tout en convenant qu'ils ont besoin de confirmation ; mais tout cela ne nous fait pas renoncer à nous servir du mot de *fibres*, qu'aucun autre jusqu'à présent ne peut remplacer (1). »

Ces lignes sont d'un véritable savant ; il est tel qui, les prononçant aujourd'hui, paraîtrait un homme avancé. Elles sont devenues un reproche sanglant, mais bien mérité, s'adressant à ceux qui dans leur ignorance des progrès modernes de l'anatomie générale et de la physiologie ne savent que les décrier et détourner de leur poursuite les esprits qu'il serait dans leur devoir d'y pousser. Broussais sentait que grâce aux récents progrès de la physique et de la chimie, le microscope était devenu un puissant moyen d'analyse anatomique et physiologique, et par suite un puissant moyen aussi de constitution et d'élévation scientifique des études organiques. Si ses successeurs avaient eu la même instruction, la même netteté d'intelligence, une égale portée de vues, un semblable attachement à la science, nous ne les verrions pas actuellement demander au dehors des connaissances nées sous leurs yeux, qui, pour ne pas y étouffer, ont été forcées de se développer sous un autre climat, ou de n'être cultivées ici que dans l'isolement individuel. En voyant aussi la rigueur scientifique avec laquelle il trace la marche à suivre dans les applications de la physiologie (telle qu'elle était de son temps) à la pathologie, on s'étonne de certaines des tendances empiriques de ce moment ; mais on comprend que ce soit Broussais que le philosophe Auguste Comte ait choisi comme guide dans cet ordre d'idées.

Abordons une autre question d'anatomie et de physiologie générales, qui se rattache à celles que Comte a traitées.

Faute de pouvoir suivre sur un même individu le développement de chaque élément anatomique, consécutivement au fait de sa naissance, on peut remplacer cet ordre d'observation par l'examen de cet élément fait sur un certain nombre d'êtres de même espèce pris à des âges différents, toutefois aussi rapprochés que possible ; mais on ne saurait lui substituer la description d'éléments de même espèce étudiés dans la série animale sur des êtres d'organisation de plus en plus simple. Ces deux ordres de conditions sont, en effet, essentiellement distincts.

Le développement est un phénomène continu d'une rapidité variable selon la durée de l'existence de chaque individu, pouvant être même si lent qu'il peut sembler avoir complétement cessé ; mais c'est toujours sur un même

(1) Broussais, *Traité de l'irritation et de la folie.* Paris, 2e édition, in-8, t. I, p. 57, 58, 63 et 64.

être qu'il a lieu ; cet acte s'opère dans des conditions statiques qui restent de même ordre, sans interruption pendant toute sa durée, et c'est cette continuité dans les conditions statiques, comme dans le fait dynamique, qui caractérise l'évolution.

En comparant, au contraire, les éléments anatomiques (ou des parties plus complexes), dans la série des êtres et non dans la succession des âges, on ne constate plus les phénomènes d'une évolution ; ce ne sont plus des faits d'ordre dynamique assimilables à ceux d'un développement évolutif qu'on a sous les yeux ; ce n'est qu'une série de termes distincts, plus complexes les uns que les autres, représentant des conditions statiques qui ne sont pas semblables. Si en raison du peu de différence de l'un à l'autre des éléments anatomiques comparés entre eux, d'une espèce animale à l'autre, et qui représentent ces termes, on peut par une vue de l'esprit, exprimer leurs analogies à l'aide de formules dont les expressions se rapprochent de celles qui servent à décrire un phénomène continu, il importe d'éviter une confusion entre les deux ordres de notions différentes que ces mots servent à désigner.

Dans le cas du développement d'un élément anatomique qui vient de naître en effet, celui-ci ne cesse pas d'être lui-même à partir de ce point initial ; dans son évolution il trace en quelque sorte une courbe non interrompue, dont l'état adulte marque le sommet et la mort, où la destruction de l'élément en est le point terminal. Les aberrations accidentelles ou morbides de forme, de volume et de structure en sont autant de *points singuliers*. On peut ainsi comparer l'un à l'autre sur cette ligne continue, les points en nombre infini existant entre ses deux termes extrêmes.

Dans le cas de la comparaison des éléments anatomiques, ou des tissus, etc., d'un animal à l'autre, à compter des plus simples pour arriver aux plus complexes, comme dernier terme comparatif, il ne s'agit plus d'une continuité de phénomènes et de changements qui les décèlent. On a sous les yeux une série de termes distincts, disposés en une certaine progression, plus ou moins séparés les uns des autres, entre chacun desquels, pour établir une continuité, il faudrait placer des termes ou états anatomiques en nombre infini, ce que l'étude réelle des êtres organisés ne permet pas de faire.

Aussi l'observation fait-elle reconnaître que pour aucune des parties du corps ses changements graduels et successifs dans le temps ne reproduisent les différences qu'on observe dans l'espace en la comparant de l'un à l'autre des animaux existants, depuis celui où elle offre le plus de simplicité jusqu'à celui où elle est au plus haut degré de complexité.

En d'autres termes, la suite des points de comparaison obtenus dans ce dernier cas, ne peut se superposer exactement à la courbe continue que trace cette même partie du corps dans son évolution.

De même, les formules qui expriment ces deux ordres de notions distinctes, l'une de l'ordre statique, l'autre de l'ordre dynamique, ne coïncident pas l'une avec l'autre et ne peuvent être remplacées l'une par l'autre ; ou en résumé,

on ne peut suppléer à l'étude du développement des éléments anatomiques, des tissus, etc., par la comparaison des mêmes parties d'une espèce animale à l'autre; et réciproquement l'un de ces deux ordres d'observations étant fait, bien qu'il facilite celui qu'il reste à exécuter, il ne peut exempter d'accomplir celui-ci.

Ces remarques s'appliquent exactement aussi aux cas dans lesquels, connaissant les éléments anatomiques, etc., à l'état normal, il reste à les comparer aux mêmes parties altérées. Quant aux altérations elles ne sauraient être appréciées sans la connaissance de l'état sain, l'anatomie pathologique n'étant qu'une des formes de l'anatomie comparative, n'étant que l'anatomie de l'état morbide comparée à l'état sain, la comparaison de l'organisation d'un même être observée dans des conditions différentes.

Je voudrais pouvoir suivre plus loin encore Auguste Comte examinant les questions philosophiques qui surgissent à chaque pas de la biologie; mais je ne saurais le faire sans sortir des bornes d'une imparfaite analyse. Je ne peux pourtant m'empêcher de faire remarquer en terminant que parmi les perfectionnements apportés à ses vues par les progrès de la science (et auxquels j'ai fait allusion au début de cet article), l'un des principaux est celui qui a conduit à constituer l'étude des principes immédiats et des éléments anatomiques comme branche de l'anatomie générale, devant s'ajouter à celle des tissus, se placer à sa suite et qui se trouve aujourd'hui aussi nettement constituée que les autres branches.

Il écrivait, il y a trente ans, que le dernier degré rationnel de la saine analyse anatomique conduisait à ce résultat que « l'idée de *tissu* constitue dans le système des spéculations organiques le véritable équivalent logique de l'idée de *molécule*, exclusivement adaptée à la nature des spéculations inorganiques. »

Beaucoup d'auteurs en sont encore là et ne distinguent pas même l'étude des éléments anatomiques de celle des tissus. Cette erreur équivaut à celle qui, en chimie, consisterait à confondre l'étude des corps simples avec celle des composés qu'ils forment entre eux. Cette confusion est la source d'erreurs plus grandes encore s'il est possible et se produisant à propos de chaque objet décrit. Il est certain, en effet, que lorsqu'on connaît l'élément musculaire envisagé en lui-même et sous les divers états qu'il présente durant son évolution, on ne connaît pas le tissu musculaire, c'est-à-dire le mode d'arrangement de sa fibre caractéristique avec ses semblables et avec les autres éléments, accessoires quant à la masse et aux propriétés caractéristiques du tissu, qui accompagnent toujours l'élément musculaire ou fondamental.

Ces deux ordres d'études sont manifestement différents, l'un ne saurait remplacer l'autre, et surtout les confondre est commettre une erreur de fait et de méthode des plus grossières, sur laquelle il est inutile d'insister après ce que j'ai dit dans les pages qui précèdent. Cependant il est impossible de ne pas signaler que cette confusion est journellement commise dans nombre d'écrits des plus en évidence.

Ainsi donc il est clair aujourd'hui que le véritable équivalent en anatomie de l'idée de *molécule* ou de *corps simple* en chimie, est la notion d'*élément anatomique*, tandis que la notion de tissu correspond à celle de corps composé de tel ou tel ordre, selon le nombre des espèces d'éléments qui entrent dans la composition de tel et tel tissu, dont on peut les extraire par la saine analyse anatomique. (Voy. Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, in-4, tableaux 1 et 10 ; et *Traité des principes immédiats ou de chimie anatomique*. Paris, 1853, in-8, t. I, p. 2 à 40.)

Auguste Comte ajoute également : « Un organisme quelconque constitue par sa nature un tout nécessairement indivisible, que nous ne décomposons, d'après un simple artifice intellectuel, qu'afin de le mieux connaître, et en ayant toujours en vue une recomposition ultérieure. Or, le dernier terme de cette décomposition abstraite *consiste dans l'idée de tissu*, au delà de laquelle il ne peut rien réellement exister en anatomie, puisqu'il n'y aurait plus d'organisation. » C'était là, je le répète, l'expression de l'état de la science il y a trente ans ; mais aujourd'hui s'arrêter à ce point serait une erreur que ce vigoureux esprit ne commettrait plus. C'est au delà, en effet, de la notion d'un simple enchevêtrement physique qne doit être reportée l'idée d'*organisation*, actuellement que sont connues les principales lois de l'association des principes immédiats pour constituer la substance organisée. (*Journal de la physiologie*. Paris, 1862, in-8, p. 501, et *Revue des cours scientifiques*. Paris, 1864, n°s 10, 11, 12 et 13.)

Arrivé à la fin de la tâche que je m'étais imposée, je ne peux que répéter ce que je disais en commençant, c'est-à-dire, que l'analyse de l'œuvre de Comte doit avoir sa place dans les recueils du genre de celui-ci. Elle n'aurait pas été tracée là si les hommes qui cultivent les sciences, et en particulier les médecins, n'avaient besoin d'une philosophie qui les guide, si cette philosophie n'était réellement et pleinement dans l'ensemble des sciences et dans leur enchaînement hiérarchique.

On ne saurait trop le répéter, c'est dans l'œuvre de Comte ou dans celles de ses disciples qu'il faut chercher sa doctrine, et non dans les ouvrages qui se donnent comme la faisant connaître. Autrement on serait exposé aux méprises les plus singulières ; ainsi, comme exemple à l'appui de cette assertion, je rappellerai que l'ouvrage auquel j'ai fait allusion au commencement de cet article (p. 309) consacre à Auguste Comte un chapitre biographique dans lequel sa philosophie est donnée comme n'étant pas sans analogie avec l'hégélianisme ; mais dans la partie destinée à l'exposé de cette philosophie même Hegel n'est plus cité. Le positivisme est considéré comme étant la manière de voir, avouée ou non, de beaucoup de savants, et comme étant représenté par un certain nombre de sectes, qui, cela est manifeste, n'ont jamais existé que dans l'imagination de l'auteur : « Un trait commun rapproche toutes ces sectes, selon le même écrivain, c'est le rejet de la métaphysique comme n'appartenant pas au domaine de la science et agitant des problèmes insolubles à l'esprit humain ». Cette phrase est la seule vraie dans ce chapitre dont la

prétention est d'exposer, d'après A. Comte et M. Littré, les faits principaux de la philosophie positive. Pourtant sous des titres exactement empruntés à ces penseurs, mais déjà disposés dans un ordre arbitraire, on ne trouve rien de la philosophie positive ; des formules qui n'existent pas dans leurs écrits, marquées au coin de l'inintelligence du sujet qu'ils ont traité, entraînant des appréciations plus inexactes et plus partiales encore, voilà ce que, pour défendre leur thèse, répandent sur cette philosophie certaines écoles dont les vues ne s'élèvent pas au-dessus de la direction intellectuelle d'un pays.

Que penser donc de pareils jugements et de tels juges, lorsque les Littré, les Stuart-Mill, les Brewster, et tant d'autres ne parlent de cette doctrine qu'avec respect et admiration?

Ceux qui auraient cru pouvoir se fier aux appréciations qui la donnent comme analogue à l'hégélianisme, verront ce qu'ils doivent accepter de ces auteurs en qui ils avaient foi à cet égard, lorsqu'ils se seront reportés à la préface mise par M. Littré en tête de cette nouvelle édition de l'œuvre de Comte, lorsqu'ils en auront lu les pages XXVI et suivantes particulièrement. Cette *Préface d'un disciple* doit du reste être étudiée dans son entier par les savants qui ont quelque peu à cœur de compter parmi les hommes éclairés, de toute contrée que ce soit ; elle ne fait rien moins que se placer à côté des écrits les plus puissamment conçus et les plus remarquablement exprimés de M. Littré. Ceux qui l'auront lue verront avant tout que les travaux qui ont inspiré de telles pages et leur auteur, ne sont pas ce que cherchent à faire croire quelques esprits qui, dans leur impuissance, ne veulent pas d'une philosophie qui les domine ; ne veulent pas surtout d'une philosophie qui leur ôte une prépondérance mentale devenue illégitime, par cela même que cette doctrine soumet toute science au sévère régime de la généralité, et l'observation au contrôle de la raison, aussi bien qu'elle subordonne l'imagination à l'observation et à l'expérience.

Recherches expérimentales sur le principe toxique du redoul (*Coriaria myrtifolia*, L.), par Joseph Riban, docteur en médecine, licencié ès sciences physiques (1).

Extrait par M. Ch. ROBIN.

Ce travail est divisé en trois parties : la première comprend l'exposé des caractères de la plante, des cas d'empoisonnement relatés dans divers mémoires antérieurs, les quelques recherches chimiques entreprises sans succès sur ce sujet ; en un mot, tout ce que l'on connaissait jusqu'à ce jour sur cette plante et ses produits. La deuxième est consacrée à l'exposé des études chi-

(1) Paris, 1863, 1 vol. in-8, 78 pages, chez J. B. Baillière et fils.

miques de l'auteur sur cette plante, des procédés employés pour en isoler le principe toxique, des propriétés physiques et chimiques de ce dernier.

La troisième, enfin, traite d'expériences physiologiques faites sur les animaux à sang chaud et sang froid.

Ce sont ces deux dernières parties que nous analyserons principalement. Dans la première, M. Riban montre d'après des citations textuelles, que contrairement à ce qu'ont avancé quelques auteurs, Peschier n'a jamais connu ni même entrevu le principe actif du *redoul*, qui n'est pas la *coriarine*. Peschier nie même l'action toxique de la plante sur l'homme et les animaux, contrairement à de nombreuses observations dues à divers auteurs.

Il résulte des expériences de M. Riban que les fruits, les feuilles et les extraits de *Coriaria myrtifolia* doivent leur propriété toxique à un principe cristallisable, qu'il nomme *coriamyrtine*, principe qu'ils conservent assez longtemps sans altération.

Pour le préparer, on peut avoir recours au suc des fruits et des feuilles de redoul ou, à défaut, à des infusions de ces parties de la plante telles qu'on les conservait pour les falsifications du séné ; mais le suc est toujours préférable. Quoi qu'il en soit, ces liquides sont traités par le sous-acétate de plomb jusqu'à cessation complète de précipité ; on filtre, et les liqueurs, débarrassées de l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, sont évaporées en consistance sirupeuse, et agitées à plusieurs reprises avec de l'éther. Celui-ci s'empare de la coriamyrtine ; on distille pour séparer la majeure partie du liquide, et le plus souvent il se dépose des cristaux dans l'appareil même ; si cet effet n'avait pas lieu, on abandonnerait le résidu à l'évaporation spontanée. Il suffit de faire cristalliser cette matière deux ou trois fois dans l'alcool, pour l'avoir parfaitement blanche et pure.

La préparation de la coriamyrtine par les fruits nécessite une fermentation préalable, et est d'ailleurs assez incommode ; aussi recourt-on de préférence aux feuilles pour son extraction, et les cristaux qui se déposent dans cette circonstance sont plus purs et se séparent bien plus aisément du liquide qui les contient. Les jeunes pousses, hautes de 40 ou 50 centimètres, ont paru fournir les meilleurs résultats ; quant au rendement, il est très-faible : 15 grammes environ pour 100 kilogrammes de feuilles.

La coriamyrtine pure se présente sous forme de cristaux blancs, inodores, doués d'une saveur amère insupportable et de propriétés vénéneuses extrêmement énergiques. Elle cristallise facilement en prismes à quatre et plus souvent à six pans, qui paraissent appartenir au système monoclinique.

Elle est peu soluble dans l'eau bouillante et dans l'eau froide. En effet, $19^{gr},174$ d'une solution aqueuse de coriamyrtine saturée à 22 degrés, ont donné, après évaporation et dessiccation à 100 degrés, $0^{gr},246$ de résidu. D'où l'on déduit que 100 parties d'eau dissolvent 1,44 parties de substance.

Elle est soluble dans l'alcool froid et très-soluble dans l'alcool bouillant, qui abandonne de beaux cristaux en se refroidissant. Les cristallisations suc-

cessives dans ce liquide sont un excellent moyen de purification. 12 grammes d'une solution alcoolique saturée à la température de 22 degrés ont laissé, après évaporation et dessiccation à 100 degrés, $0^{gr},246$ de résidu. 100 grammes d'alcool à 86 degrés centésimaux et dans les conditions précédentes, dissolvent donc $2^{gr},01$ environ de principe actif.

Elle est soluble dans l'éther, qui la dépose par évaporation. Les cristaux qui se forment dans une solution éthérée salie et visqueuse, telle qu'on l'obtient dans la préparation par les fruits par exemple, atteignent souvent 2 et 3 millimètres de côté.

Le chloroforme et la benzine dissolvent bien la coryamyrtine, le sulfure de carbone la dissout à peine ; tous ces liquides la laissent par évaporation avec la même forme cristalline qu'elle présente en se déposant au sein d'une solution alcoolique. Elle est dextrogyre. Le pouvoir rotatoire à la température de 20 degrés, rapporté à 100 millimètres et relatif à la teinte de passage, donne : $[\alpha]j = 24°,5$.

La coriamyrtine est anhydre ; on peut la chauffer jusqu'à 200 degrés sans qu'elle perde la moindre trace d'eau.

Elle fond, toutes corrections faites, à 220 degrés environ, en un liquide incolore d'abord, brunissant si l'on maintient la température, et se prenant en masse cristalline par le refroidissement. Chauffée plus fortement, elle noircit et se décompose comme toutes les matières organiques.

La coriamyrtine est parfaitement neutre aux papiers réactifs. Elle ne sature pas les acides, et ne donne aucun précipité par le bichlorure de platine et l'acide phosphomolybdique ; elle ne contient point d'azote.

Chauffée au bain-marie pendant une heure environ avec les acides étendus, elle se dédouble en donnant de la glycose, en même temps que l'on voit se déposer des flocons blanc sale, qui ne sont autre chose qu'une matière résineuse correspondant à celle que produirait la salicine dans les mêmes circonstances. Parmi les acides minéraux, l'acide nitrique est celui qui accomplit la transformation avec le plus de rapidité, mais la liqueur reste dans ce cas parfaitement transparente.

L'acide oxalique en dissolution dans l'eau et l'acide acétique étendu, dédoublent également la coriamyrtine avec production de glycose.

Le principe actif du redoul est donc une glycoside qui vient prendre place à côté de la salicine, et qui nous offre le premier exemple d'un corps de ce genre jouissant de propriétés toxiques.

L'acide nitrique peu étendu d'eau attaque la coriamyrtine avec dégagement de vapeurs rutilantes, et l'on constate bientôt la présence de la glycose dans la liqueur. La synaptase mise en contact pendant plus de quarante-huit heures avec cette substance n'a produit aucune action.

Elle ne précipite pas le nitrate d'argent. Le perchlorure de fer ne donne avec elle aucune coloration. L'acide sulfurique très-concentré la noircit ; un peu plus étendu, il la dissout sans se colorer.

Les analyses de la coriamyrtine ont fourni des nombres qui s'accordent

avec la formule empirique $C^{46}H^{28}O^{16}$, expression pure et simple d'une composition centésimale.

Expériences physiologiques. — Un chien de berger, robuste, d'assez forte taille, ayant refusé de manger depuis trente-deux heures, prend un morceau de viande contenant 20 centigrammes de coryamyrtine pure en poudre.

Après quatre minutes, anxiété, efforts pour vomir ; au bout de sept minutes, vomissements ; le morceau de viande est rejeté presque intact ; quatre vomissements successifs de matières glaireuses et filantes ; gémissements, œil égaré, pupilles contractées. Au bout de vingt minutes, mouvements saccadés de la tête semblables à ceux que produirait une succession de décharges électriques. Émission abondante d'urine. — Tremblement général, et au bout de vingt-sept minutes convulsions violentes, roideur tétanique, membres antérieurs dans une extension forcée continuelle, trismus, grincements de dents, bave abondante, contraction des muscles de la face. Pas de sensibilité lorsqu'on pince la peau ou qu'on la traverse à l'aide d'un instrument piquant ; la respiration, presque suspendue pendant les accès, est pénible et sifflante pendant les courtes périodes de repos. Pupille tantôt contractée, tantôt dilatée ; conjonctive injectée. Les convulsions sont surtout tétaniques et rarement cloniques, c'est l'inverse qui a lieu chez les lapins. — Pas d'opisthotonos, la tête est simplement renversée en arrière ; cris plaintifs. Durant les trente minutes qui viennent de s'écouler, on a compté treize accès convulsifs séparés par des intervalles de repos d'une minute au plus.

Enfin, les convulsions deviennent continues mais plus faibles, et l'animal meurt une heure un quart après l'apparition des premiers symptômes.

La rigidité cadavérique apparaît dix minutes après la mort.

La contractilité musculaire propre est conservée dans les muscles de la cuisse et de l'épaule mis à nu ; on découvre le nerf sciatique, et l'on constate que l'irritabilité nerveuse a disparu.

Autopsie une heure après : Vaisseaux sous-cutanés et jugulaires gorgés de sang noir. — Trachée ne contenant pas d'écume.

Poumons couverts de plaques violacées, surtout vers les parties postérieures et inférieures. Leur section laisse écouler un sang brun non spumeux.

Cœur : les deux ventricules et les deux oreillettes sont remplis de caillots d'un noir intense, il en est de même de l'artère pulmonaire et de la veine cave inférieure. Sang de l'aorte brun, contenant quelques caillots.

Foie de couleur normale, vésicule biliaire gorgée. Estomac rétracté, plein d'écume, sa muqueuse est rose violacé. — Intestin naturel. Veines mésentériques gorgées de sang.

Vessie vide revenue sur elle-même. Pas d'inflammation. Reins normaux.

Cerveau sans piqueté. — Injection des méninges, moelle et ses enveloppes non injectées.

Les phénomènes observés chez cet animal sont les mêmes que ceux notés chez des lapins, avec cette différence néanmoins que pour le chien c'est

l'état tétanique qui domine. Quant à la coloration rose violacé de l'estomac, elle peut être attribuée sans doute aux efforts de vomissement.

Enfin, si l'on considère que la matière ingérée sous le poids de $0^{gr},2$ a été rejetée en partie avec le morceau de viande presque intact qui la contenait, que les vomissements successifs de matières liquides ont chassé une portion du poison, et que les premiers symptômes apparus sept minutes après l'ingestion ont été bientôt suivis de convulsions violentes auxquelles l'animal a succombé, on conviendra avec l'auteur que la coriamyrtine mérite d'être classée parmi les substances les plus énergiques.

Expérience dans laquelle on injecte dans le tissu lamineux sous-cutané de l'abdomen d'un lapin, $0^{gr},02$ *de coriamyrtine en dissolution dans l'eau.* — L'animal mis en liberté ne paraît pas incommodé, mais au bout de cinq minutes il est atteint de violentes convulsions avec contraction de la pupille, et succombe vingt minutes après l'invasion des premiers symptômes. Tous les phénomènes sont identiques avec ceux des observations précédentes. Remarquons néanmoins que le tissu cellulaire sous-cutané de l'abdomen est rose violacé, sauf dans la partie occupée par l'injection, où il est blanc et comme macéré ; que l'utérus, qui contient quatre petits lapins, est d'une couleur violet foncé.

De ses expériences M. Riban tire les conclusions suivantes :

1° Le redoul doit ses propriétés vénéneuses à une glycoside, la coriamyrtine. Il suffit, pour s'en assurer, de comparer l'action de cette dernière à celle du suc ou des extraits de la plante.

2° Ce principe immédiat agit sur des êtres bien différents de l'échelle animale : tels que vertébrés à sang chaud (lapins, chiens), vertébrés à sang froid (grenouilles), insectes diptères (mouches communes).

3° Ses effets sont très-énergiques. On a vu que $0^{gr},2$ de substance administrés à un chien et rejetés en grande partie par les vomissements, ont déterminé de violentes convulsions après vingt minutes, et la mort en une heure un quart. Pour obtenir une action violente et rapide sur les lapins, $0^{gr},08$ suffisent.

4° Portée sous la peau, elle détermine des effets plus redoutables encore : 2 centigrammes tuent alors un lapin en vingt-cinq minutes.

5° Les phénomènes principaux qu'elle produit sur les animaux sont les suivants : secousses vives de la tête se communiquant bientôt à tous les membres, convulsions cloniques et tétaniques à la fois, trismus, écume à la bouche, insensibilité complète.

6° La coriamyrtine détermine la contraction de la pupille.

7° Les lésions cadavériques les plus importantes sont : l'état de plénitude des vaisseaux gorgés de sang brun coagulé dans le cœur droit et gauche, dans l'artère pulmonaire et la veine cave inférieure, les taches brunes du poumon, l'injection des méninges. Remarquons aussi que la rigidité cadavérique apparaît avec une grande rapidité, c'est-à-dire dix minutes environ après la mort.

8° La coriamyrtine n'exerce aucune action irritante sur les muqueuses intestinale et oculaire.

9° Les animaux succombent à l'asphyxie et à l'épuisement nerveux. Les expériences sur les vertébrés à sang chaud viennent à l'appui de la première proposition ; l'intoxication des grenouilles démontre la seconde.

10° Elle ne détruit pas la contractilité musculaire propre et l'irritabilité nerveuse, elle abolit en partie seulement ces propriétés, si on laisse l'animal succomber à l'épuisement nerveux.

11° Les effets de la coriamyrtine ne sont pas identiques avec ceux de la strychnine, pour les animaux à sang chaud du moins. Tandis que nous voyons, avec la première, des convulsions cloniques et tétaniques à la fois, une insensibilité complète, on trouve, dans l'action de la seconde, des convulsions exclusivement tétaniques et une sensibilité telle que le moindre frôlement fait naître de nouveaux accès. Elle n'arrête pas les mouvements du cœur.

L'ancienneté de l'homme prouvée par la géologie, et remarques sur les théories relatives à l'origine des espèces par variation, par sir Charles Lyell ; traduit de l'anglais par M. Chaper (1).

Analyse par M. Ch. Robin.

Pour faire connaître la valeur de ce remarquable ouvrage nous résumerons ici un certain nombre de faits, encore assez peu répandus, qui, parmi plusieurs autres qu'on y trouve également, ne doivent pas rester ignorés des anatomistes, des physiologistes, ni même des médecins.

On sait aujourd'hui que l'homme est apparu sur la terre à une époque antérieure aux terrains tertiaires récents, vers un temps plus éloigné dans ce sens de l'époque de l'*Elephas primigenius* ou *Mammouth* que celle-ci ne l'est de nous. Mais aucune preuve géologique certaine n'autorise à croire que les races humaines dites inférieures aient toujours précédé dans l'ordre chronologique celle des races plus parfaites, et l'hypothèse d'un lien généalogique entre l'homme et les mammifères supérieurs n'est pas démontrée vraie par la paléontologie (Lyell, etc.), pas plus également qu'entre les quadrumanes et les carnassiers, etc. Beaucoup de naturalistes, dit M. Milne Edwards (*Revue des Sociétés savantes*, 1864, p. 266), pensaient que la période géologique actuelle avait été séparée des périodes précédentes par une immense lacune dans la série des êtres vivants, et qu'à la suite du dépôt des terrains de transport appelés diluviens, tout fut renouvelé à la surface du globe. Mais peu à peu la chaîne des faits a été renouée ; on a constaté que les types zoologiques dont l'absence dans les faunes antédiluviennes étonnait Cuvier n'y font pas défaut, et remontent même beaucoup plus haut dans la chronologie géologique. Ainsi, en France même, on a trouvé des singes fossiles

(1) Paris, 1864, 1 vol. in-8 chez J. B. Baillière et fils.

dans les terrains tertiaires, et aujourd'hui les preuves de l'existence de l'homme au milieu d'une faune différente de la nôtre surgissent de toutes parts.

En 1828, quatre ans avant la mort de Cuvier, MM. Tournal et Christol avaient découvert dans une grotte du midi de la France des os humains saisis dans la substance d'une roche brécheuse où se trouvaient aussi des os de divers quadrupèdes, dont les uns ne différaient pas de nos espèces actuelles, tandis que d'autres appartenaient à des espèces antédiluviennes, telles que le rhinocéros et l'hyène des cavernes. Mais on devait se demander si l'enfouissement des débris humains n'avait pas eu lieu postérieurement à la destruction des espèces éteintes dont les os fossiles se trouvaient dans le même gisement, et comme la science était impuissante à résoudre cette question, il convenait de rester sur la réserve. Peu de jours après la mort de Cuvier, en 1833, d'autres faits du même ordre furent constatés par un anatomiste belge, Schmerling, dans une caverne ossifère située sur les bords de la Meuse, près de Liége ; mais là encore le mélange des espèces éteintes et des espèces actuelles pouvait être expliqué de différentes manières, et ne semblait pas démonstratif de la coexistence de tous ces êtres à l'état vivant.

Vers 1840, M. Boucher de Perthes commença à appeler l'attention des naturalistes sur de nombreux fragments de silex, que l'on rencontre profondément enfouis dans le puissant dépôt de gravier et de sable dont les flancs de la vallée de la Somme sont recouverts aux environs d'Abbeville, dépôt que la plupart des géologues rangent dans les terrains diluviens. Il crut reconnaître dans ces pierres des instruments taillés de la main de l'homme ; par exemple, des haches, des couteaux, des têtes de flèches, et il y vit, par conséquent, des preuves de l'existence de l'espèce humaine dans cette partie de l'Europe à l'époque où les eaux envahissant la contrée y avaient apporté cette masse immense de sable et ce gravier. On contesta d'abord le caractère attribué à ces silex ; mais les résultats de ses fouilles sont devenus si nombreux et si concluants que toute discussion sur l'origine des silex façonnés devint impossible à soutenir. Depuis lors, M. Boucher de Perthes a découvert dans le banc inférieur du terrain de transport de Moulin-Quignon une mâchoire humaine, et, chose singulière, dit M. Edwards, beaucoup de personnes qui ne révoquent plus en doute l'authenticité des haches de silex extraites du terrain de transport des localités voisines, telles que Menchecourt et Saint-Acheul, ont cru utile de discuter longuement sur la valeur du fait nouveau ainsi introduit dans la science, comme si l'on devait éprouver quelque difficulté à admettre que là où l'homme a laissé par centaines des œuvres de sa main, il n'ait pu laisser un de ses os.

Quelle que soit l'hypothèse que les géologues peuvent préférer pour expliquer la formation de l'immense dépôt de gravier sous lequel gisent les silex taillés de main d'homme, il est évident que l'espèce humaine devait exister à l'époque où ce terrain, apporté de loin ou descendu en glissant du plateau adjacent de la Picardie, est venu prendre la position qu'il occupe aujourd'hui,

et par conséquent l'existence de l'homme remonte à une époque antérieure à celle où l'action des eaux donna au sol de la France son relief actuel. Dans les terrains qui recèlent les haches de silex et d'autres objets analogues on trouve des os de l'aurochs, du renne, de l'ours des cavernes, du rhinocéros et de l'éléphant, qui, à leur tour, se présentent dans certains dépôts associés à des débris d'autres animaux dont la disparition de la surface du globe paraît remonter à une époque encore plus ancienne. Des faits prouvent qu'à l'époque où les restes de plus d'un grand quadrupède fossile sont arrivés dans le lieu où ils se trouvent mêlés à des produits de l'industrie humaine, ces restes étaient à l'état frais, et que depuis ce moment rien n'est venu changer leur position.

Ainsi on a trouvé au milieu de ces instruments de silex un quartier entier de l'*ours des cavernes* dont tous les os avaient conservé leurs rapports naturels. Or ces os ne sont liés entre eux que par des parties molles, et le moindre mouvement suffit pour les séparer lorsque la putréfaction a détruit les ligaments et les muscles par lesquels ils étaient primitivement entourés et reliés. Par conséquent, aucun anatomiste ne peut admettre que les os ajustés de la sorte bout à bout aient pu être charriés par un torrent, après avoir été dépouillés de leurs ligaments par la putréfaction. Quelles que soient donc la date et la nature des phénomènes géologiques qui ont amené dans la position qu'elles occupent aujourd'hui les assises de gravier, de sable et de limon où ces ossements se trouvent, phénomènes qui ont précédé le creusement du lit de nos rivières et qui ont donné au sol de notre pays sa configuration actuelle, à cette époque l'homme existait dans nos contrés, et les *rhinocéros*, les *éléphants*, les *aurochs*, les *rennes* y vivaient à côté de lui. D'autres faits récemment découverts tendent à donner aux premiers habitants de la Gaule une antiquité encore plus grande, et font penser que l'homme vivait déjà sur les bords du bassin de Paris, vers la fin de la période tertiaire, lorsque ce bassin était encore occupé par la mer. M. Desnoyers a trouvé, aux environs de Chartres, sur des os fossiles d'*Elephas meridionalis* des entailles qui paraissent avoir été faites à l'aide d'un instrument tranchant, lorsque ces os étaient à l'état frais. Or l'*Elephas meridionalis* est une des espèces caractéristiques de la faune tertiaire dite *pliocène*.

Ainsi rien de plus certain que l'existence d'hommes fossiles, c'est-à-dire d'hommes qui vivaient avant les races actuelles en même temps que certaines espèces de mammifères perdues. Leur existence est décelée, soit par des débris squelettiques, soit par des instruments d'abord de pierre (*période* ou *âge de pierre*), puis de bronze (*âge de bronze*), et enfin de fer (*âge de fer*), enfouis dans le sol. L'homme fut contemporain, en Europe, de deux espèces d'éléphants, *E. primigenius* et *E. antiquus*, puis de deux autres espèces de rhinocéros, *R. tichorhinus* et *R. hemitœchus*, d'une espèce au moins d'hippopotame, de l'ours des cavernes, du lion des cavernes, de l'hyène des cavernes, de plusieurs espèces de bœufs, de chevaux et de cerfs, et de beaucoup de petites espèces de carnassiers, de rongeurs et d'insectivores, tous éteints.

Pendant que ces animaux arrivaient lentement au moment de leur extinction, le bœuf musqué, le renne, et d'autres espèces septentrionales, qui ont survécu jusqu'à notre époque, abandonnaient les vallées de la Seine et de la Tamise, et se retiraient vers le nord jusque vers les régions arctiques, dans leurs cantonnements d'aujourd'hui. Les ressemblances entre les débris de squelettes et de crânes de ces époques, et leurs analogues modernes d'Australie sont manifestes ; celles des instruments et des habitudes ne le sont pas moins. Les crânes australiens sont même plus vastes que les plus anciens de ceux des terrains *postpliocènes.*

Parmi les monuments qui nous restent de la période de pierre, celle qui précéda immédiatement celle de bronze, les plus abondants sont les hachettes appelées *haches celtiques*, qui étaient d'un usage fort général en Europe avant l'introduction des ustensiles métalliques. Les tourbières et les monticules de coquilles du Danemark, ainsi que les plus anciens cantonnements lacustres de la Suisse, nous apprennent que ces premiers habitants étaient chasseurs, et vivaient presque exclusivement de gibier ; mais leur nourriture, dans les siècles suivants, se composa de plus en plus d'animaux domestiques, et, plus tard encore, il se produisit un passage complet à la vie pastorale coïncidant, à mesure que la population s'augmentait, avec la culture de certaines céréales. Les coquilles comme les quadrupèdes appartenant à la dernière période de la pierre et à l'âge du bronze sont exclusivement d'espèces encore vivantes en Europe ; la faune était la même que celle qui prospérait en Gaule au temps de Jules César. Entre la division la plus récente de l'âge de pierre et la plus ancienne, celle qui a reçu le nom de *postpliocène* (elle précède celle de la formation des terrains dits *récents*), il y a eu un énorme intervalle, lacune de l'histoire du passé dans laquelle viendront un jour s'intercaler bien des monuments de date intermédiaire. Nous en avons des exemples dans les cavernes du sud de la France. Morlot a calculé l'antiquité probable de trois sols végétaux superposés traversés et mis au jour à différentes profondeurs dans le delta de la Tinière, et dont chacun contenait des os humains ou des objets de l'industrie humaine appartenant respectivement à l'époque romaine, à celle du bronze et au dernier âge de pierre. D'après son estimation, on doit attribuer une antiquité d'au moins 7000 ans aux plus anciens de ces débris, et pourtant ils sont regardés comme étant d'une date bien postérieure au temps où le mammouth et d'autres mammifères éteints prospéraient en même temps que l'homme en Europe.

On a cru, dit Lyell, à la dégénérescence de l'humanité à partir d'un type primitif dont l'intelligence eût été supérieure ou dont la science eût été d'origine surnaturelle. Mais si la souche originelle de l'espèce humaine avait été réellement douée de facultés intellectuelles supérieures, si sa science lui avait été inspirée, et si elle avait possédé une nature perfectible comme sa postérité, l'état d'avancement auquel l'humanité fût parvenue aurait été singulièrement plus élevé.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI (1).

(15 diamètres.)

FIG. 1. — Coupe verticale de plusieurs circonvolutions cérébelleuses, dans leurs rapports avec la substance blanche et avec la substance grise du corps rhomboïdal.

a a'. Folioles ramifiées. *b b'*. Folioles sessiles. *c c'*. Fibres à direction curviligne. Les circonvolutions sont constituées par : 1° une série de fibres blanches qui en occupent la portion centrale et qui s'épanouissent dans toutes les directions *f f'*; « 2° par une zone corticale périphérique à coloration jaunâtre *h h'* ; » 3° par une zone intermédiaire, grisâtre, formée par de petites cellules et des fibres blanches *g g'*.

FIG. 2. — Coupe horizontale du cervelet au niveau des régions d'émergence des pédoncules cérébelleux supérieurs : 1 et 1', lobes latéraux ; 2, lobe médian ; 3 et 3', direction générale des fibres blanches cérébelleuses ; 4 et 4', corps rhomboïdaux ; 5 et 5', fibres des pédoncules cérébelleux supérieurs ; elles s'entrecroisent en *g* sur la ligne médiane ; 6 et 6', fibres ascendantes des pédoncules moyens ; 7, substance grise du *locus niger* de Sœmmering ; 8, cavité du quatrième ventricule.

FIG. 3. — Représentation théorique du mode de constitution d'une fibre cérébelleuse et de ses rapports avec une fibre spinale antérieure. La portion *a* représente la couche superficielle de la substance corticale cérébelleuse ; *b*, la zone sous-jacente ; *c*, la substance blanche intermédiaire à la substance grise corticale et à celle du corps rhomboïdal. *d* représente la fibre efférente du cervelet (portion pédonculaire) ; *e*, la terminaison des fibres pédonculaires et les petites cellules qui en dépendent, pour former la substance grise périphérique ; *f*, grosse cellule du corps strié ; *g*, fibre cortico-striée ; *h*, fibre spinale antérieure ; *i*, cellule spinale antérieure ; *j*, racine spinale antérieure.

FIG. 4. — Rapports des fibres spinales antérieures avec les cellules de la substance grise de la protubérance. On voit ces cellules en train de dissocier par leur interposition les fibrilles des fascicules spinaux. (250 diam.)

FIG. 5. — Figure théorique destinée à donner une idée des rapports des lobes du cervelet et des fibres efférentes qui en émergent avec les fibres spinales antérieures.

1, substance corticale du côté gauche ; 2, corps rhomboïdal ; 3, fibres efférentes ; 4, fibres des pédoncules inférieurs ; 5, olives inférieures ; 6, fibres

(1) Elle est relative au mémoire de M. Luys, page 226.

des pédoncules moyens; 7, fibres des pédoncules supérieurs; 8, olive supérieure avec ses fibres efférentes en 9; 10, fibres spinales antérieures entrecroisées dans les régions sous-bulbaires en 11; 12, fibres spinales moyennes entrecroisées en 13 dans les régions bulbaires; 14, fibres spinales internes des régions sus-bulbaires 15.

Les rapports des fibres efférentes du cervelet avec les fibres spinales antérieures ont lieu d'une manière croisée.

Fig. 6. — Détails de la terminaison des fibres pédonculaires inférieures au niveau de la région bulbaire antérieure. (Coupe horizontale, 250 diam.)

1, fibres de tissu conjonctif; 2, fibres terminales des pédoncules inférieurs à direction plus ou moins curvilignes; 3, 3′, 3″, coupe horizontale des tubes nerveux ascendants, des régions antérieures de l'axe spinal.

Fig. 7. — Détails de la distribution des fibres pédonculaires supérieures au milieu de la substance grise du corps strié. (Coupe horizontale, 250 diam.)

Fig. 8. — Détails de la distribution des fibres pédonculaires moyennes au niveau de la protubérance. On voit les rapports qu'elles affectent avec les cellules de la substance grise de la région et avec les fibres spinales ascendantes. (Coupe horizontale, 250 diam.)

Fig. 9. — Grosse cellule de la zone corticale des circonvolutions cérébelleuses, avec ses prolongements multiples et les petites cellules qui y sont appendues.

MÉMOIRE SUR LES DIVERS MODES
DE
LA NAISSANCE DE LA SUBSTANCE ORGANISÉE
EN GÉNÉRAL
ET DES
ÉLÉMENTS ANATOMIQUES EN PARTICULIER,

Par M. Charles ROBIN,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

(Suite.—Voyez le n° 1, p. 26 et le n° 2, p. 153.)

2° *Phénomènes de la segmentation et de la gemmation.*

57. Chacun de ces phénomènes diffère un peu suivant l'état amorphe ou figuré de la substance qui en est le siége.

a. *Segmentation.*

Que ce soit une substance amorphe ou une cellule, dans l'ovule ou sur l'être déjà formé, qui devienne le siége de ce phénomène, il consiste essentiellement en une division de ces éléments, division saisissable sous forme de sillon, puis de lignes foncées. Celles-ci indiquent la place que vont occuper les plans de contiguïté des deux parties qui résultent de la séparation de la masse primitive en deux ou plusieurs portions.

58. Dans l'*ovule* les phases de la *segmentation* sont les suivantes :

Lorsque la fécondation a eu lieu, à une époque donnée de l'existence de l'ovule, le vitellus se resserre, diminue de volume, s'écarte de la face interne de la membrane vitelline, et laisse entre elle et lui un espace plein d'un liquide transparent.

Le vitellus, en se concentrant sous un plus petit volume, se limite en un globe grenu, régulièrement sphérique ou ovoïde, dans lequel les granules qui le composent sont très-rapprochés, et maintenus réunis par une matière amorphe tenace complétement homogène. Chez beaucoup d'animaux, les mammifères en parti-

culier, une mince couche de la même matière déborde les granulations à la périphérie de la sphère vitelline; elle pourrait être prise quelquefois, mais à tort, pour une membrane d'enveloppe distincte. Le vitellus alors n'est donc autre chose qu'une masse sphérique de substance amorphe homogène, dont les granulations, graisseuses ou autres, sont maintenues agglutinées par cette matière interstitielle diaphane, à la rétraction de laquelle est due, selon toutes probabilités, la diminution de volume du vitellus.

Quelques heures après le retrait du vitellus s'individualisent par gemmation les *globules polaires* sur un point de la surface du vitellus.

Deux ou trois heures plus tard, au centre de ce dernier naît un noyau, large de 2 à 3 centièmes de millimètre, à bords nets, et tout à fait homogène, qui se produit à sa partie centrale. Il se présente sous forme d'une goutte claire placée au centre du vitellus, dont les granulations le masquent en grande partie et ne le laissent apercevoir que comme une tache ronde, un peu plus transparente que le reste de la substance. Dans le vitellus un peu comprimé et aplati, ou dégagé de la plupart des granulations qui l'entourent, ce corps offre l'aspect d'une goutte limpide, incolore, réfractant assez fortement la lumière, à bords nets comme une goutte d'huile, mais ayant pourtant au contact de l'iode, de l'acide acétique, de l'alcool, etc., les réactions que présentent les substances azotées. Ce globule est susceptible d'être aplati, mais il revient sur lui-même lorsque cesse la pression. Il ne renferme pas de granulations, mais souvent un petit nucléole à contours plus foncés que le sien et à centre plus brillant (1).

(1) Le noyau vitellin n'apparaît que dans l'ovule fécondé, plusieurs heures après la disparition de la *vésicule germinative* ou noyau devenu vésiculeux de la cellule que constituait l'ovule avant d'arriver à l'état de maturité. Ces deux faits de disparition de l'un de ces noyaux suivi après la fécondation de l'apparition d'un autre, caractérisent nettement la succession directe d'une individualité nouvelle à une autre, représentée jusque-là par un élément anatomique plus ou moins développé en un organe particulier. Tous les faits dont il vient d'être fait mention, relatifs aux phénomènes qui précèdent la segmentation, ne sont qu'indiqués ici parce que je les ai déjà exposés avec plus de détails dans ce recueil. (Voyez *Mém. sur les phén. qui se passent dans l'ovule avant la segmentation*, in *Journal de physiologie*, Paris, 1862, p. 67, et *sur la production du noyau vitellin*, *ibid.*, 1862, p. 309.)

Quelque effort que l'on fasse pour l'isoler, presque toujours des granulations foncées jaunâtres de la substance vitelline lui restent adhérentes. Il joue, relativement à la masse vitelline, un rôle analogue à celui que remplit le nucléus dans chaque cellule, et par suite il reçoit le nom de *noyau vitellin*. Il naît par genèse, par l'agglomération molécule à molécule d'une certaine quantité de la matière amorphe qui maintient les granulations vitellines et qui, s'isolant complétement de ces granulations, s'accumule en une masse globuleuse homogène au centre du vitellus. Son apparition caractérise essentiellement l'individualisation du vitellus comme être distinct de l'ovule en tant que produit de l'être femelle.

La substance de ce globule ou noyau a une ténacité plus considérable que celle de la matière amorphe qui agglutine les granulations vitellines, fait qui indique une modification intime due aux actes moléculaires de la nutrition dont cette matière est le siége d'une manière très-active à ce moment.

59. *Segmentation*, *sillonnement*, *fractionnement*.— Peu après l'apparition du noyau clair au centre du vitellus, ce dernier se déprime au point même de sa surface où sont nés les globules polaires. En même temps le noyau central s'étire, s'allonge en se rétrécissant vers le milieu, et il se divise en deux noyaux plus petits que le premier, mais dont les volumes réunis sont pourtant plus considérables que celui du globule unique. Bientôt ou en même temps une ligne plus claire, et au niveau de cette ligne un sillon circulaire, qui divise en deux moitiés égales le vitellus, apparaît au niveau du globule central ou de son étranglement; d'abord peu profond, il le devient de plus en plus et divise complétement le vitellus en deux masses granuleuses, contiguës, ovoïdes, bientôt ramenées à la forme sphérique par la rétraction de la matière amorphe qui en fait partie essentielle. Ces parties nouvelles ainsi produites ont reçu le nom de *sphères de fractionnement*, de *globes vitellins*. Chacun d'eux offre le même aspect et la même constitution anatomique que le vitellus dont il dérive directement. C'est un peu au-dessus du milieu de la trompe qu'a lieu ce phénomène (douze heures environ après le coït fécondant chez le lapin).

A peine cette première division est-elle accomplie que déjà les deux sphères granuleuses qui résultent ainsi du premier fractionnement du vitellus deviennent, à leur tour, le siége d'une segmentation exactement semblable, d'où résulte la production de quatre globes vitellins moitié plus petits que les deux premiers. Le même phénomène se répète sur chaque segment nouveau, ce qui double à plusieurs reprises le nombre des sphères, dont le volume est progressivement décroissant, mais dont la nature reste toujours identique et pour le noyau et par rapport à la masse granuleuse qui l'entoure. On voit aussi presque constamment le noyau s'étirer, présenter un sillon médian, en même temps ou avant qu'un sillon correspondant se manifeste dans la masse granuleuse (1).

L'apparition du sillon a lieu de la manière suivante : autour du noyau non divisé, ou de ses deux moitiés si déjà il s'est étiré ou même partagé, se rassemblent, se concentrent les granulations

(1) Le phénomène de *segmentation* dont il est ici question a été décrit pour la première fois sur l'œuf des grenouilles, par Prévost et Dumas (*Deuxième mémoire sur la génération*, dans *Annales des sc. nat.*, Paris, 1824, in-8, t. II, p. 109, 110, 111 à 114, et pl. 6, fig. D à P), sous les noms de *formation de sillons* et de *divisions en segments*, d'où sont venus les noms de *sillonnement*, *scission* ou *segmentation* [*Furchung*, *Spaltung*] (Baër, *Die Metamorphose des Eies der Batrachier* in *Archiv fuer Anat. und Physiol.*, Berlin, 1834, in-8, p. 481 et 488). Ces *phénomènes étonnants*, que Prévost et Dumas avaient déjà songé à considérer comme *une loi générale* du développement devant *s'étendre aux autres classes d'animaux* (p. 113 et 114), ont été constatés depuis sur le vitellus de l'ovule de presque toutes les classes animales et de toutes les plantes sans exception. Schwann avait soupçonné que ce phénomène était un mode de production des cellules (*loc. cit.*, 1838, p. 61-62); Bergmann, sur le vitellus de l'œuf des grenouilles, a montré qu'il était une *introduction à la formation des cellules* dans l'œuf aux dépens du vitellus (Bergmann, *Die Zerklüftung und Zellendilbung im Froschdotter*, in *Archiv fuer Anat. und Physiol.*, Berlin, 1841, p. 98). Ce phénomène s'observe dans toutes les plantes comme mode de naissance des cellules embryonnaires, des grains de pollen des spermatozoïdes, etc. (Voy. Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites*. Paris, 1853, in-8, p. 201 et suivantes.) J'ai démontré ailleurs (*Hist. nat. des végétaux parasites*, Paris, 1853, in-8, p. 147 à 149 et 245 à 246) que ce qu'on a décrit sous le nom de *génération endogène* dans l'ovule n'est autre chose que l'individualisation de la substance du vitellus en *cellules embryonnaires mâles*, grains de pollen, spermatozoïdes, et en *cellules embryonnaires femelles*, par *segmentation* du contenu des diverses variétés d'*ovules* (utricules ou cellules mères des spermatozoïdes et du pollen ; ovules proprement dits, sac embryonnaire des phanérogames, sporanges et archégones des cryptogames). En supposant que la naissance de cellules dans d'autres cellules

vitellines; elles sont plus rapprochées en ce point que vers la périphérie du globe vitellin ; celle-ci est devenue plus claire qu'elle n'était auparavant, tandis que le centre est devenu moins transparent. En se rassemblant ainsi les granulations vitellines ne forment pas un amas unique, mais bien deux masses, séparées par une ligne étroite moins foncée, ou mieux par un mince segment de la sphère, dans lequel les granulations sont peu abondantes par rapport à la quantité de matière amorphe. Bientôt cette dernière se resserre, se déprime circulairement au niveau de cette mince portion plus claire, ce qui constitue alors un véritable sillon, au fond duquel on voit la substance amorphe transparente déborder ici les granulations vitellines plus que partout ailleurs ; ainsi les granulations qui existaient encore dans le segment plus clair, entre les deux masses granuleuses plus foncées, rentrent dans chacune de celles-ci et s'éloignent de ce segment, plus vite que ne se divise sa substance amorphe.

Le sillon qui vient d'être décrit se montre à la fois sur le noyau

fût un fait habituel, ce ne serait pas un mode nouveau de naissance, mais seulement la segmentation s'opérant dans des conditions particulières, s'opérant sur le contenu de cellules à parois distinctes de la cavité. C'est ce qu'on voit dans certaines plantes lorsque toutefois il ne s'agit pas d'une *scission* de toute la cellule, y compris sa paroi. Mais si les diverses variétés d'ovules ci-dessus énoncées commencent toutes par être une cellule, comme on le sait depuis longtemps, il faut reconnaître aussi que cette cellule, par suite des phénomènes de son développement, devient peu à peu un organe spécial, l'*ovule*, différant sous plusieurs rapports fondamentaux de la cellule par laquelle ils ont commencé et de toute autre espèce de cellule. Lors donc que la segmentation s'opère spontanément ou après fécondation sur le vitellus ou contenu de l'ovule, celui-ci n'est plus une cellule, pas plus que les tubes du cristallin, qui ont d'abord été cellules, ne sont des cellules après leur entier développement. Enfin, quant aux cellules proprement dites des animaux, elles n'offrent point de génération endogène, par segmentation de leur contenu indépendante d'une scission de la paroi, comparable à ce qu'on voit dans la segmentation du vitellus des ovules mâles et femelles. Lorsque dans les plantes une cellule hypertrophiée se segmente en plusieurs cellules, c'est toute la cellule qui devient peu à peu le siége du phénomène, lors même qu'il a commencé par le contenu ; de telle sorte que la paroi de la cellule ancienne fait partie de celle des deux ou quatre nouvelles cellules. Nous verrons plus loin également que, dans la multiplication des cellules du cartilage, c'est une scission de cellules entières qui s'opère, et non la production d'une cellule dans la cavité d'une autre cellule, seul phénomène qui pourrait être comparable à ce qui a lieu lors de la segmentation du vitellus à l'intérieur de la membrane vitelline. L'erreur qui a régné à cet égard tient à ce qu'on a pris longtemps la cavité dite chondroplaste et contenant les cellules comme étant elle-même une cellule, ce qui n'est pas.

et sur le nucléole, quand ce dernier existe quelquefois même déjà sur le nucléole avant de se former sur le noyau; mais il est des cas dans lesquels le sillon se produit sur le noyau sans diviser le nucléole qui reste sur un des côtés; en sorte que l'un des deux noyaux manque de nucléole, et reste ainsi toujours ou bien peu après, il en naît un de toutes pièces, par genèse (voyez p. 158). Il arrive aussi quelquefois que le noyau ne se segmente pas, que le sillon se produit dans la masse granuleuse seule, passe sur le côté du noyau existant, de sorte que l'un des globes vitellins manque de nucléus; ce fait persiste soit pendant toute la durée de son existence, soit pendant un temps limité, parce que dans ce globe vitellin naît de toutes pièces un noyau, de la même manière qu'il s'en était produit un dans le vitellus même après la disparition de la vésicule germinative.

60. *Fissiparité, scission ou scissiparité des cellules.* — Un des résultats du développement des derniers globes vitellins est le passage direct de chacun d'eux à l'état de *cellules blastodermiques*, d'une part, et de l'autre de *cellules embryonnaires* proprement dites ou des feuillets de la tache embryonnaire, par la succession des changements ou modifications décrites plus bas. Or ces éléments ainsi individualisés se segmentent encore de la même manière que ceux dont ils dérivent directement. Les cellules du blastoderme et de la *tache embryonnaire* grandissent peu à peu. Or celles qui dépassent, même légèrement, les autres en grandeur, offrent bientôt un resserrement ou étranglement du milieu de leur noyau; en même temps ou peu aprés, on voit dans la direction de cet étranglement les granulations s'écarter dans l'épaisseur de la cellule, et se produire une ligne un peu plus claire ou un peu plus foncée selon le point où l'on place le corps de la cellule par rapport à l'objectif sous le microscope. Cette ligne est la trace d'un sillon ou plan de séparation qui s'établit entre les deux moitiés de la cellule; celle-ci se trouve divisée de la sorte en deux cellules plus petites qu'elle, qui grandissent peu à peu et présentent ou non, à leur tour, le même phénomène. C'est ainsi que se reproduisent, se multiplient les cellules du blastoderme et de la tache embryonnaire. Le noyau de chacune des deux nouvelles cellules, qui

résulte de la scission de celui de la grande cellule, est d'abord plus rapproché de la ligne de séparation que des autres bords de la cellule nouvelle, il est hors du centre de celle-ci; mais à mesure que cette dernière grandit, il reprend ordinairement la place centrale que le noyau occupe dans le corps de la plupart des espèces de cellules. Il est commun de voir les cellules se partager en deux moitiés inégales, inégalité qui persiste toujours ou disparaît à mesure qu'elles se développent. Quelquefois le noyau seul se divise en deux, sans que la masse de cellule qui l'entoure en fasse autant. On voit alors une cellule un peu plus grande que les autres, placée au milieu d'elles, offrir deux noyaux. Il est enfin des cellules qui se segmentent sans que leur noyau se divise. Le plan de segmentation passe alors sur le côté du noyau de la cellule qui est le siége de la scission, et l'une des deux nouvelles cellules manque de noyaux, tandis que l'autre conserve l'ancien noyau tout entier.

On observe aussi la segmentation sur des animaux et des plantes d'organisation simple, soit *unicellulaires*, soit déjà composés d'éléments anatomiques et, par suite, de tissus divers. Elle présente, il est vrai, dans ces conditions, des différences comparativement à ce qu'on vient de lire; mais ces différences sont secondaires et en rapport avec celles des parties anatomiques qui se segmentent, ce qui a conduit quelquefois à créer des mots nouveaux pour désigner les particularités offertes par ce même phénomène.

61. Ainsi nous voyons ici dans toute sa simplicité, sur les éléments anatomiques les moins complexes, un phénomène qui se retrouve ensuite dans des éléments moins simples, puis en outre sur des animaux et des végétaux, infusoires ou autres, ayant une existence indépendante; il a même été observé d'abord sur ces êtres avant qu'on en connût les manifestations dans l'ovule.

Bien que ce mode d'individualisation de la substance vitelline en cellules ne soit autre que le précédent, se manifestant sur des éléments qui ont franchement les caractères de cellules, on lui a cependant donné d'autres noms, parce qu'il offre quelques légères

différences, et surtout parce qu'il a été décrit avant que la segmentation du vitellus fût bien connue.

Les différences portent : 1° sur les éléments qui sont le siége du phénomène, puisque ce sont des cellules bien formées; 2° sur la manière dont il se passe, puisque c'est une ligne ou plan de démarcation, avec séparation complète entre deux moitiés de cellule, qui s'opère sans que la masse de cellule s'étrangle de manière à former un sillon ou dépression circulaire, sans qu'elle se rétracte et s'arrondisse comme dans la segmentation du vitellus, sans qu'elle perde la forme polyédrique qu'elle offrait.

De là les noms de *fissiparité*, *scission* et de *scissiparité* (*multiplication*, *scission* ou *reproduction mérismatique des cellules végétales*), qui ont été donnés à ce mode secondaire de naissance des cellules qui se rattache évidemment à la segmentation proprement dite (1).

Dans les cellules avec paroi et cavité distinctes, il a été nommé en particulier *cloisonnement*, parce que la paroi se prolonge (ou bien il se forme une cloison de toutes pièces, qui plus tard devient divisible en deux entre les deux moitiés du noyau qui s'est partagé) entre les granulations du contenu qui se sont rassemblées autour de chacun des deux nouveaux noyaux, en laissant entre eux un espace plus clair. Mais c'est surtout chez les plantes que ce phénomène a lieu.

Ce sont des modes de segmentation qu'on observe habituelle-

(1) De μερισμός, partage, division. Cette expression a d'abord été employée par Unger (*Grundzuege der Anat. und Physiol. der Pflanzen*, Wien, in-8, 1846, p. 43), pour désigner la séparation graduelle du contenu des cellules végétales en deux, avec apparition d'un sillon plus clair suivi de la production d'une cloison de cellulose, amenant ainsi la division de la cellule en deux autres semblables à la première et entre elles, mais un peu plus petites. Elle est, comme on le voit, applicable aux cellules animales, quant au résultat définitif. Ce phénomène est connu depuis longtemps dans les plantes où il constitue un des modes de naissance les plus répandus de cellules aux dépens de cellules déjà nées; il se rapproche du phénomène qui, dans le mycélium des hépatiques et autres cryptogames, était appelé cloisonnement *superutriculaire* (Mirbel, *loc. cit.*, 1831-1832, in-4, p. 32 et 33, planche IV, fig. 34, *c*, *d*, *e*, et pl. III, fig. 22 à 28). Quant aux expressions de *fissiparité*, *scission*, etc., elles étaient depuis longtemps employées dans l'étude de la reproduction (voyez Burdach, *Physiologie*, Paris, 1837, trad. fr., t. I, p. 48 et suivantes) de beaucoup d'invertébrés et des animaux et végétaux infusoires ou unicellulaires pour lesquels elles

ment sur les cellules des végétaux adultes ou non et des animaux les plus simples.

62. Ainsi chez l'embryon animal les éléments anatomiques qui sont le siége de la segmentation proprement dite sont : *les globes vitellins seuls*. Ceux qui sont le siége de la *scission*, sont :

1° Les cellules blastodermiques et amniotiques dont les premières apparues dérivent directement des globes vitellins;

2° Les *cellules embryonnaires* ou de toute l'épaisseur de la tache embryonnaire, dont les *premières apparues* et qui sont le siége de la scission, dérivaient des globes vitellins de l'*amas mûriforme* qu'ils composent, à l'un des pôles de l'œuf. Ces *cellules embryonnaires* sont sous-jacentes dans la tache embryonnaire à une rangée unique de cellules blastodermiques tout à fait extérieure, formant le feuillet le plus externe de cette tache ; seulement ces cellules blastodermiques-là sont un peu plus petites que celles qui composent le reste du blastoderme, c'est-à-dire la portion de cette membrane qui ne forme pas la tache embryonnaire.

3° C'est aussi par scission que se divisent les cellules de la vésicule ombilicale.

63. *Segmentation chez l'être déjà formé.* — La segmentation a lieu chez l'individu déjà formé à l'état normal et à l'état pathologique, comme chez l'embryon.

1° Les exemples les plus fréquents de ce fait sont ceux que présentent les cellules contenues dans les cavités des cartilages,

ont été créées. C'est chez ces êtres simples la manifestation du phénomène décrit dans ce paragraphe, c'est-à-dire une véritable segmentation. Vogt, le premier, sous le nom de *division des cellules* (*Theilung der Zellen*), a décrit la segmentation des cellules animales autres que les globes vitellins (voy. aussi la note de la page 153), commençant par un resserrement de la paroi de cellule qui, par continuation de ce phénomène, fait que deux cellules nouvelles naissent ainsi, semblables à la première préexistante (Vogt, *Untersuchungen über die Entwickellungs Geschichte der Geburtshelferkrœte*, Solothurn, 1841, in-4, p. 127-130). M. Coste a montré que les cellules du blastoderme pouvaient être le siége du même phénomène que le vitellus et les sphères vitellines, c'est-à-dire de la segmentation ; ce fait conduit à la multiplication de celles-là par naissance de nouvelles cellules semblables à elles (Coste, *Recherches sur les premières modifications de la matière organique et des cellules*, in *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, Paris, 1845, in-4, t. XXI, p. 1374). Déjà Schwann avait parlé de cellules perdant leur individualité propre en se divisant en d'autres cellules (Schwann, *loc. cit.*, 1838, p. 218-220).

et surtout des cartilages permanents. A mesure que grandissent les chondroplastes, toutes les cellules qu'ils renferment grandissent aussi. Arrivées à un certain degré d'accroissement, elles offrent bientôt un sillon, transversal généralement. Celui-ci est l'origine d'une scission ou séparation graduelle de la cellule agrandie en deux plus petites cellules, séparation qui ne tarde pas à avoir lieu.

En même temps qu'apparaît le sillon, un noyau naît de toutes pièces dans celle des deux moitiés de la grande cellule qui ne conserve pas l'ancien; quelquefois ce noyau se montre avant le sillon qui se produit alors entre les deux noyaux ; ou bien il ne se produit pas de noyau dans la nouvelle cellule. Parfois la cellule devient plus granuleuse qu'elle n'était, son noyau s'atrophie pendant qu'elle grandit, et deux noyaux naissent, un de chaque côté du sillon, en même temps que celui-ci se produit. Le plus souvent, avant que ce sillon se forme sur la masse de la cellule, il apparaît sur le noyau, qui se divise en deux avant le corps de la cellule, et toujours en même temps des granulations s'accumulent autour de chaque moitié.

Cette accumulation de granulations moléculaires autour du noyau un peu avant sa propre segmentation ou autour de chacune de ses deux moitiés, en même temps que le sillon se produit, peut être regardée comme un phénomène constant de la scission des cellules, soit chez l'adulte, soit chez l'embryon. Il prouve que le noyau joue certainement un rôle particulier dans les phénomènes de composition et de décomposition nutritive, puisque toujours autour de lui se produisent et se disposent d'une façon spéciale les plus grosses granulations qui entrent dans la structure des cellules.

Les phases du phénomène sont les suivantes :

Un sillon, sous forme d'une ligne étroite, foncée, à peine perceptible, se montre transversalement vers le milieu du noyau, sans que pourtant il coïncide toujours exactement avec ce milieu. Celui-là se trouve ainsi divisé en deux moitiés égales dans le premier cas, un peu inégales dans le second. Bientôt à la périphérie du noyau, vers les deux extrémités du sillon transversal, se voient

deux légères dépressions indiquant un étranglement circulaire. Généralement elles restent peu profondes, parce que la division en deux moitiés de la substance du noyau s'opère au niveau du sillon par l'action moléculaire nutritive qui limite en les séparant la surface de ces deux moitiés, et les laisse même souvent adhérentes par simple contiguïté, lorsque déjà la séparation est complète depuis plus ou moins longtemps.

Cette scission du noyau s'observe assez fréquemment dans les fibres-cellules, celles de l'utérus particulièrement, *sans qu'il y ait division du corps de l'élément*. On l'observe aussi quelquefois sur les noyaux libres, à quelque espèce qu'ils appartiennent. Mais les noyaux embryoplastiques, plus souvent que les autres, en sont le siége, ainsi que les noyaux libres d'épithélium, surtout dans les tumeurs (1).

Dans quelques circonstances on peut reconnaître que la scission

(1) Valentin a entrevu des noyaux en voie de scission (*Zur Entwickelung der Gewebe, der Muskel, des Blutgefäss, und des Nervens-Systems*, in *Archiv für Anat. und Physiol.*, Berlin, 1840, in-8, p. 219). Henle les a vus également et les appelle *noyaux scissiles* (*loc. cit.*, 1843, p. 156). Depuis lors, divers auteurs les ont signalés, et Valentin lui-même les a décrits et figurés ainsi que des cellules se segmentant (Art. GEWEBE, dans *Handwörterbuch der Pysiologie*, von R. Wagner, 1852, in-8, t. I, p. 629 et 630, fig. 95, et en note, fig. 63, 65 et 91, *a*). C'est à cette scission des noyaux et des cellules (ainsi qu'à la prétendue *génération endogène*), considérée à tort comme mode général de génération normale et pathologique des éléments anatomiques, que quelques auteurs modernes ont donné le nom de *prolifération*. Cette expression empruntée à la tératologie végétale a été ici détournée de son acception reçue, qui est la désignation de la production d'une fleur soit stérile, soit féconde, ou d'un bourgeon foliaire par l'axe d'une fleur ou d'un fruit. L'anomalie une fois produite s'appelle *prolification* florifère, fructifère ou frondifère. Malgré ce que sembleraient faire croire certaines descriptions écrites sous la domination des hypothèses dites de la *génération endogène* d'une part et de la *prolifération*, ou mieux scission, de cellules d'autre part, on chercherait en vain des exemples de ces modes fictifs ou réels de génération des éléments sur les cellules nerveuses bipolaires ou multipolaires, sur les fibres-cellules, les fibrilles musculaires striées, les corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés, etc. Ce n'est par conséquent pas à ce mode de production des éléments qu'on peut rapporter leur multiplication pendant l'accroissement normal ou non. La génération embryonnaire ou accidentelle des tubes propres des parenchymes glandulaires et non glandulaires dont on peut suivre toutes les phases sur le fœtus échappe à plus forte raison à ces hypothèses (voy. Ch. Robin, *Mémoire sur le tissu hétéradénique*, Paris, 1856, in-8, p. 8), en tant que provenance de noyaux ou de cellules quelconques par scission, génération endogène ou autrement.

du noyau ne s'opère pas circulairement de la surface vers l'axe, mais s'avance graduellement sur une partie de la circonférence vers l'épaisseur du noyau, comme le ferait une incision pratiquée sur le côté d'un cylindre. C'est ce que prouve l'examen de certains noyaux dans lesquels une ligne très-étroite, foncée, limitée de chaque côté par deux lignes plus claires, s'avance du fond d'une petite dépression latérale jusque vers le milieu, ou au delà, de l'épaisseur du noyau, mais sans atteindre le côté opposé de ce corps. Ce sont, du reste, ordinairement les noyaux les plus volumineux qui deviennent le siége de ce phénomène. Ce n'est pas là le mode habituel de production des noyaux. La plupart, comme nous l'avons vu, naissent par *genèse* chez l'embryon durant les phases consécutives de l'évolution, et même dans les tumeurs chez l'adulte; cependant là on en trouve davantage en voie de segmentation que pendant l'accroissement normal.

64. La *segmentation*, *chez l'adulte*, s'observe encore dans d'autres conditions très-remarquables, par la vaste étendue des parties à la surface desquelles elle se passe. Elle a pour centre des noyaux d'épithélium, ou *épithéliums nucléaires*, accumulés en plus ou moins grand nombre en un point de l'économie, et nés par genèse, c'est-à-dire de toutes pièces, molécule à molécule. Elle a pour siége une matière amorphe interposée aux noyaux, les maintenant à la fois écartés et réunis. Elle a pour résultat son individualisation en cellules épithéliales, soit pavimenteuses, soit prismatiques, ayant chacune pour noyau un ou plusieurs des précédents, selon le plus ou moins de régularité des phénomènes de segmentation.

C'est de la sorte que s'individualisent toutes les cellules épithéliales nouvelles, remplaçant celles qui tombent à la surface des membranes cutanées, muqueuses et séreuses, et à la face libre des tubes propres et des vésicules closes des parenchymes tant glandulaires que non glandulaires.

Dans ces conditions, les phases du phénomène sont la génération de noyaux à la superficie même de la membrane tégumentaire ou du parenchyme, entre elle et les cellules les plus récemment individualisées que ces noyaux soulèvent. D'abord très-petits,

ces noyaux grandissent peu à peu et en même temps se produit entre eux une certaine quantité de substance amorphe, peu ou pas granuleuse, qui à la fois écarte et tient unis en une seule couche les noyaux précédents. Puis la segmentation de cette substance commence lorsque les noyaux se trouvent écartés les uns des autres à une distance égale, ou environ, à leur propre diamètre.

C'est aussi de la même manière au fond, que passent à l'état de cellules à un ou plusieurs noyaux les épithéliums nucléaires des parenchymes qui en sont normalement pourvus, lorsque ces tissus viennent à s'hypertrophier.

Les conditions dans lesquelles on observe le plus aisément ce mode d'individualisation des cellules sont les cas d'hypertrophies glandulaires et de tous les parenchymes pourvus d'épithélium nucléaire. Les phases successives du phénomène sont la production d'une matière amorphe finement granuleuse entre les noyaux d'épithélium, disposés habituellement sur une seule couche à la face interne des tubes ou des vésicules glandulaires. Or, une fois les noyaux un peu écartés ainsi les uns des autres, on voit, à partir des endroits où ils le sont le plus, se produire des sillons dans la substance amorphe. Ces sillons se présentent sous l'aspect de fines lignes un peu foncées, placées dans le milieu de l'intervalle qui sépare deux noyaux, à égale distance à peu près de l'un et de l'autre ; ils rencontrent sous des angles nets et plus ou moins obtus les sillons semblables qui se trouvent entre le noyau, quel qu'il soit, que l'on examine et les noyaux qui l'avoisinent le plus, qui le touchaient en un mot, avant la production de la substance amorphe. Ces sillons limitent ainsi des masses ou corps de cellules, ordinairement d'une régularité parfaite, polyédriques aplatis, à quatre, cinq, six ou sept côtés, ayant pour centre un noyau. Quelquefois les sillons de segmentation ne se produisent pas entre deux noyaux plus rapprochés les uns des autres qu'à l'ordinaire ou restés contigus, il en résulte alors une cellule un peu plus grande que celle qui l'entoure et pourvue de deux noyaux. Il peut même de la sorte s'en former qui ont trois, quatre, cinq et même six noyaux, lorsque la segmentation de la matière amorphe s'étend

à des points où celle-ci ne s'est pas accumulée régulièrement et en égale quantité entre tous les noyaux. Souvent, sur un même cul-de-sac glandulaire hypertrophié, ou sur un même lambeau d'épithélium qui en a été arraché, on suit toutes les phases du phénomène. On les observe depuis le point où les cellules sont très-nettement conformées, facilement séparables par suite de la production complète des sillons, jusqu'aux endroits où ces derniers sont bien indiqués, se rencontrent et se touchent également tout autour du noyau, mais où n'étant pas encore tracés profondément, les cellules ne sont pas isolables facilement ou sans déchirure; cela fait qu'elles ne sont plus aussi régulières après leur isolement qu'auparavant. On suit enfin les phases de la segmentation jusqu'aux endroits où l'on aperçoit des sillons qui, sans entourer de toutes parts certains noyaux, vont se perdre dans la substance amorphe homogène, qui forme ainsi une couche ou membrane uniforme, plus ou moins étendue, d'épithéliums nucléaires maintenus réunis par cette matière amorphe finement granuleuse, non divisée ou segmentée encore, mais qui sera prochainement le siége de la scission.

On voit par le rôle que joue la matière amorphe interposée aux noyaux, que pour bien juger ce qu'elle représente anatomiquement lorsqu'on l'observe sur le cadavre, il faut avoir suivi les phases des phénomènes dont elle est le siége sur le vivant.

65. La génération des noyaux d'épithélium et de la matière amorphe qui s'interpose à eux, la segmentation consécutive de cette substance sont des faits dont l'observation est facile. On peut à la face interne des tubes propres du rein, des culs-de-sac de la mamelle, des glandes salivaires, etc., en constater toutes les phases sur un même animal souvent, aussi bien que sur un seul rein, une seule mamelle, etc. Ils ne sont pas autres au fond, dans ces conditions, qu'à la surface des téguments séreux, cutanés ou muqueux dont il a aussi été question; mais ils offrent pourtant ici une plus grande importance au point de vue de la netteté qu'ils donnent à la démonstration d'un fait général concernant la génération des éléments anatomiques.

Il est on ne peut plus manifeste, en effet, à la face interne de

la paroi propre des tubes du rein, des glandes sudoripares, etc., dont la substance est entièrement homogène et des plus nettement isolables, que ni les noyaux d'épithélium, ni la matière amorphe interposée qui va se segmenter ne sont une provenance de cellules ou de noyaux quelconques. La scission ni la génération endogène, etc., ne peuvent être invoqués ici comme phénomènes établissant un lien généalogique entre des éléments préexistants et ces noyaux ou la matière amorphe qui va bientôt s'individualiser en cellules épithéliales de ces parenchymes ou des téguments.

Voilà donc tout un groupe important de cellules (c'est-à-dire d'éléments anatomiques conservant pendant toute leur durée le plus grand degré de simplicité) qui, dans des régions nombreuses et très-étendues, échappent à l'hypothèse d'après laquelle tout élément anatomique se rattacherait par un lien de généalogie directe à une cellule ou à un noyau antécédents. Cette vaste exception n'est pas moins manifeste lorsqu'on voit, sur l'embryon même, où, quand et de quelle manière naissent les éléments anatomiques des tissus constituants, tels que les parois propres des culs-de-sac glandulaires, les éléments nerveux, musculaires, cartilagineux, osseux, etc.

Ainsi, ni les noyaux ni la substance amorphe apparue entre eux ne sont une provenance, une prolification ou proligération de cellules à la superficie des tubes et des membranes précédentes. Le fait consécutif de la segmentation de la matière amorphe entre chaque noyau, conduisant ici, aussi nettement que sur le vitellus, à l'individualisation de cette substance en cellules distinctes et séparables, achève de prouver encore péremptoirement que la génération de ces cellules n'est point une prolifération par scission ni par génération endogène.

Il importe maintenant de mettre un autre exemple en relief à côté de cette genèse des noyaux et de la matière amorphe qui leur est interposée, suivie de la segmentation de celle-ci; phénomène si manifestement et si facilement saisissable à la face interne de ces tubes où ils se continuent jusqu'à la fin de la vie. Ce fait observable peu après la fécondation, par lequel débute l'existence individuelle, est celui de la genèse du noyau vitellin

au centre du vitellus, suivi également de la segmentation qui conduit à l'individualisation de ce dernier. Plus net encore que les précédents, au moins quant à la facilité d'en suivre toutes les phases, ce phénomène vient avec eux montrer combien est générale et réelle la *genèse* des éléments anatomiques; puis combien est fausse l'hypothèse d'un mode unique d'apparition des divers éléments anatomiques, par provenance directe de la substance d'une seule espèce, comme les noyaux embryoplastiques ou du tissu lamineux ; et ainsi sans fin en remontant d'un antécédent à l'autre dans l'infini des temps antérieurs.

Rien donc de moins réel que l'unité de génération des éléments anatomiques, lors même qu'il s'agit de ceux-là seulement qui ont forme de cellule. C'est ce qu'il est facile de voir en comparant ce que nous venons d'observer touchant l'individualisation des cellules épithéliales à ce qu'on sait des cellules nerveuses, des leucocytes, des hématies, des médullocelles, etc. Il n'y a pas plus unité d'origine qu'unité de composition immédiate et anatomique, qu'unité de propriétés et d'actions physiologiques spéciales, et cela aussi bien lorsqu'il s'agit des éléments anatomiques, que lorsqu'il est question des tissus et des organes. Partout il y a diversité bien déterminée, anatomique et physiologique, mais avec solidarité carastéristique de ce qu'on entend par *économie organique*.

66. *L'individualisation des cellules épithéliales par segmentation de matière amorphe* autour d'un noyau préexistant à ce phénomène s'observe aussi dans tous les épithéliomas, et principalement dans ceux qui à la surface ou dans la profondeur des tissus offrent l'aspect papilliforme. La substance des papilles de production morbide, ainsi que la couche plus ou moins épaisse qui les supporte et avec laquelle elles sont en continuité de substance, ont une même composition anatomique. Elles sont formées d'une matière homogène, finement granuleuse, assez transparente, nettement limitée à la surface des papilles. Dans toute l'épaisseur de ces dernières et de la couche ou masse qui les supporte, cette matière est parsemée d'une quantité en général assez considérable de noyaux plus ou moins gros selon les régions,

pourvus ou non de nucléole, suivant les cas dont il s'agit. Il est des points où l'on trouve ces noyaux continus les uns aux autres, mais généralement ils sont écartés d'une manière à peu près égale par cette matière amorphe d'aspect uniforme et finement granuleuse qui semble en même temps les tenir réunis les uns aux autres. En examinant de leur surface vers la profondeur ces saillies papilliformes et la masse qui les supporte, toutes deux dépourvues de vaisseaux, on peut suivre toutes les phases de la segmentation.

A la surface même, on voit des cellules épithéliales plus ou moins aplaties, bien délimitées et s'isolant avec assez de facilité, quoiqu'elles soient pressées les unes contre les autres. Au-dessous, les cellules plus adhérentes ne peuvent être séparées qu'avec difficulté, et l'on arrive peu à peu à des points situés dans la profondeur, où entre les noyaux se produisent des sillons qui se rencontrent sous des angles obtus, mais bien délimités, et partagent ainsi la substance amorphe en corps ou masses de cellules, assez régulièrement polyédriques, ayant pour centre l'un des noyaux indiqués précédemment. A mesure qu'on suit les sillons plus avant vers la profondeur, on les voit, de moins en moins foncés, moins nettement prononcés, se perdre insensiblement dans la substance amorphe, uniformément granuleuse et parsemée de noyaux.

Dans les points où deux et même trois ou quatre noyaux se trouvent plus rapprochés qu'ailleurs, assez souvent il ne se forme pas de sillons entre chacun d'eux, mais seulement autour d'eux tous comme centre. Il en résulte alors des cellules à deux ou plusieurs noyaux, généralement plus grandes que les autres. Il peut, du reste, se faire que ce phénomène ait lieu sans que les noyaux se touchent, c'est-à-dire que la scission embrasse deux ou plusieurs noyaux écartés l'un de l'autre, d'où résulte encore une grande cellule à plusieurs noyaux parce qu'il ne s'est pas produit de sillon entre ceux-ci.

La connaissance de ces phénomènes physiologiques pouvait seule rendre compte de l'existence de cellules épithéliales et autres ayant deux, trois ou quatre noyaux, etc., telles qu'on en trouve dans les bassinets, le foie, le pancréas, etc. Elle seule pouvait faire juger ce que ces cellules représentent aux points

de vue normal et pathologique par rapport aux cellules pourvues d'un seul noyau. Bien que cette production de cellules à plusieurs noyaux, à côté de celles qui n'en possèdent qu'un, soit plus fréquente à l'état morbide que dans les organes sains, leur mode de naissance par segmentation de la matière amorphe interposée aux noyaux, ayant lieu accidentellement autour de plusieurs de ceux-ci et non autour d'un seul, prouve en outre que les cellules qui ont des noyaux multiples ne sont point pour cela seul des éléments *hétéromorphes*, lors même qu'on les observe dans des tumeurs.

Dans les tumeurs épithéliales la segmentation de la matière amorphe entre chaque noyau et autour d'eux comme centre progresse ainsi de la superficie vers la profondeur; à mesure que les cellules de la surface se délimitent et s'isolent mieux, elles se détachent et tombent par desquamation. De là résultent, comme nous allons le voir, plusieurs phénomènes pathologiques, reconnaissant tous la même cause et inexplicables avant que cette propriété fût connue. Tel est, par exemple, le phénomène d'ulcération, d'augmentation de profondeur de l'ulcère à la surface, tandis qu'au-dessous de lui naît et s'avance au sein des tissus sous-jacents la substance amorphe, avec les noyaux qui se produisent par genèse dans son épaisseur (page 158), et autour desquels se continue peu à peu la segmentation, telle qu'elle vient d'être décrite (1).

67. C'est à ces faits élémentaires : 1° de production progres-

(1) Le phénomène remarquable qui vient d'être décrit suffirait à lui seul, indépendamment de beaucoup d'autres, pour prouver qu'il n'est pas vrai que toute cellule naisse d'une autre cellule, car la substance amorphe qui se segmente entre les noyaux ne compte pas au rang des cellules. Il n'est donc pas exact de dire *omnis cellula a cellula* et de nier la formation d'une cellule par une substance non cellulaire. (Virchow, *La pathologie cellulaire*, trad. franç. Paris, 1861, in-8, p. 23-24, 296, 338, 339, etc.) Ce n'est pas là une scission de cellule débutant par celle du nucléole, suivie de celle du noyau et du corps de la cellule, mais il y a au contraire division d'une substance amorphe entre des noyaux que respectent les écartements moléculaires qui se présentent sous forme de plans ou lignes de segmentation et qui donnent ainsi une individualité à autant d'éléments sous forme de cellules qu'il y a de noyaux préexistants, ou à peu près. L'hypothèse de la génération endogène ne saurait non plus être invoquée ici.

sive de matière amorphe finement granuleuse entre les éléments des tissus voisins ou à leur place, à mesure qu'ils s'atrophient et disparaissent; 2° de genèse de noyaux dans cette matière amorphe, avec segmentation de celle-ci autour de ces derniers, d'où résulte l'individualisation de cellules épithéliales, qu'on a donné le nom d'*infiltration* des épithéliums dans la profondeur des tissus.

Ces deux phénomènes élémentaires sont aussi la cause qui fait que les tumeurs épidermiques ou les tumeurs d'origine glandulaire ulcérées envahissent les tissus voisins ou sous-jacents. C'est là le *mécanisme,* le mode physiologique d'après lequel a lieu cet *envahissement* si fatal, qu'on a cherché à expliquer par tant d'hypothèses bizarres faute d'en avoir connu la cause naturelle, qui elle-même exigeait, pour être déterminée, qu'on sût comment s'individualisent normalement les cellules.

Les phénomènes précédents nous rendent compte encore de la marche physiologique de l'*ulcération*, avec agrandissement en largeur et en profondeur, de certaines plaies qui, sans jamais former de tumeurs ou après avoir eu quelque tumeur épithéliale ou glandulaire pour point de départ, envahissent les tissus circonvoisins.

Lorsqu'il s'agit, par exemple, des ulcères cutanés ou d'une muqueuse pourvue de papilles, on observe ce qui suit. La substance des papilles qu'on trouve au fond de l'ulcère, ainsi que le tissu qui les supporte, dans une épaisseur à peu près égale à la hauteur de celles-là, sont formés d'une substance homogène finement granuleuse, assez transparente, nettement limitée à la surface extérieure. Cette substance est parsemée dans toute l'épaisseur des papilles et de la couche sous-jacente d'une quantité considérable de noyaux ovoïdes longs de 8 à 11 millièmes de millimètre, presque tous pourvus d'un ou de deux nucléoles. Ces noyaux sont quelquefois contigus. Ils donnent à tout ce tissu un aspect très-remarquable : à la surface des plus longues papilles, la substance amorphe granuleuse indiquée précédemment est segmentée de manière à représenter des cellules pavimenteuses, ou mieux polyédriques, pressées les unes contre les autres, ayant chacune pour noyau l'un de

ceux qui viennent d'être décrits ; quelquefois, une de ces cellules offre deux ou plusieurs noyaux. Sur quelques-unes de ces papilles, on voit les cellules de la surface en partie détachées et sur le point de tomber par desquamation pendant qu'une de leurs extrémités adhère encore à celles qui sont placées au-dessous. Dans l'épaisseur de ces papilles, mais surtout dans la couche sous-jacente pourvue des mêmes noyaux, se voient souvent des globes épidermiques assez nombreux ; les uns, simples, offrent un petit nombre de couches concentriques de cellules, et leur diamètre ne dépasse pas 8 à 9 centièmes de millimètre ; les autres, composés de deux ou trois des précédents, sont réunis par une couche commune superficielle et atteignent jusqu'à 2 et 3 dixièmes de millimètre de longueur. Les papilles sont dépourvues complétement de vaisseaux et la couche qui les porte n'en présente que dans sa profondeur. Au-dessous de cette couche on voit la substance amorphe granuleuse parcourue par des faisceaux de fibres du tissu lamineux de plus en plus abondantes à mesure qu'on approche des parties sous-jacentes. Bientôt la matière amorphe diminue, et, entre la riche trame de fibres lamineuses et de capillaires, se trouvent interposés des amas nombreux de cytoblastions maintenus agglomérés par une matière amorphe finement granuleuse. Ce tissu ainsi constitué et renfermant une quantité considérable de ces derniers éléments anatomiques (matière amorphe et cytoblastions) forme environ les huit ou neuf dixièmes de l'épaisseur du produit morbide, suivant les points. Ainsi cet ulcère a pour base un tissu particulier, gris, dur, lardacé, sans suc et différent de structure à la surface et dans la profondeur. La profondeur représente le derme, mais avec multiplication en proportion considérable d'un de ses éléments, les cytoblastions, très-peu nombreux à l'état normal ; la surface correspond évidemment à la couche papillaire, et si cette couche est ici plus épaisse qu'à l'état sain, elle n'a augmenté d'épaisseur que proportionnellement à la portion dermique sous-jacente. Cette couche papillaire est conservée malgré l'excavation, souvent profonde d'un centimètre ou environ, que présente l'ulcère ; mais cette couche diffère de l'état normal plus encore que la portion dermique, car il n'y a point seulement

multiplication d'un de ses éléments, il y a production, dans l'épaisseur des papilles, d'un élément anatomique qui habituellement ne se trouve qu'à leur surface, savoir des noyaux d'épithélium. La surface même de ces papilles, en se segmentant par division de la substance interposée aux noyaux, *fournit à la production incessante de cellules qui, en se desquamant, approfondissent de plus en plus l'ulcère*. Mais pourtant la couche papillaire elle-même ne disparaît pas, parce qu'à mesure qu'elle perd à sa surface, elle gagne en profondeur, aux dépens de la portion dermique sous-jacente, qui en fait autant à l'égard du tissu sain sur lequel elle repose. Telle est la marche physiologique de cette *ulcération*, de l'agrandissement en profondeur et en largeur de la plaie (1).

b. *Phénomènes de la gemmation.*

68. Les phénomènes de la gemmation sont essentiellement les suivants : celle-ci commence par le développement préalable d'une saillie à la surface du vitellus dans l'ovule ou de l'élément qui

(1) Les faits de l'ordre de ceux qui sont exposés dans les deux paragraphes précédents sont communs et il est facile d'en observer toutes les phases, tant à l'état normal que dans des conditions morbides. (Voyez Ch. Robin, *Note sur quelques hypertrophies glandulaires*, in *Gazette des hôpitaux*, Paris, in-folio, novembre 1852; *Mémoire sur le tissu hétéradénique*, in *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, Paris, 1855, in-4, t. III, p. 35 et suiv.; Ch. Robin et Lorain, *Note sur le cancer des ramoneurs. Épithélioma papillaire du scrotum*, in *Moniteur des hôpitaux*, Paris, 1855, in-8, t. III, p. 186.) Ils contredisent formellement comme bien d'autres faits d'ordre différent l'hypothèse que cherchent en vain à prouver quelques auteurs et d'après laquelle toute cellule naîtrait d'une autre cellule et dans une autre cellule. Nous avons déjà vu que celle-là n'est qu'un remaniement de l'ancienne hypothèse de la *génération intra-cellulaire*, se rattachant elle-même à celle de l'*emboîtement des germes* (p. 57 et 163 en note); qu'elle n'est qu'une idée à priori déjà ancienne à laquelle on a subordonné les faits nouveaux, mais en les faussant à l'aide d'une terminologie digne des temps de l'alchimie, malgré que ces faits mêmes renversent l'hypothèse à laquelle on les soumet, grâce à la torture par laquelle on change leur signification; aussi est-on forcé d'en faire table rase pour reconstruire aujourd'hui à posteriori une synthèse différente basée sur ces notions nouvelles. Cette hypothèse étant inexacte ne saurait par conséquent servir de point d'appui à cette idée, vraie pourtant, comme le prouvent les faits précédents, que : les cas pathologiques reproduisent dans leurs phases essentielles certains des phénomènes de l'évolution normale, que les premiers se rattachent à la seconde dont ils sont un cas particulier, qu'ils ne peuvent être bien interprétés que lorsqu'on connaît celle-ci, car les produits morbides étant en voie incessante d'évolution présentent des éléments à tous les degrés de développement.

va en reproduire un autre, semblable ou non à lui ; bientôt la base de celle-ci se resserre graduellement jusqu'à séparation complète au niveau du point de sa continuité avec la substance dont elle dérive, comme dans le cas de la production des globules polaires, ou elle se divise par un plan de segmentation à ce même niveau, après avoir subi ou non un léger rétrécissement, comme dans le cas de la génération des cellules claires du blastoderme, des mollusques, des hirudinées, etc. (1).

69. La *gemmation* ou *surculation* s'observe sur les éléments anatomiques des plantes surtout, et sur quelques animaux et végétaux entiers des plus simples. Mais cependant la gemmation a lieu elle aussi sur un certain nombre d'éléments anatomiques figurés des animaux.

La gemmation a lieu d'abord dans l'œuf de tous les animaux dont le vitellus se segmente ; elle s'accomplit sur un seul point de ce dernier et avant cette segmentation ; elle a pour résultat la production des *globules polaires*.

Ce phénomène débute par le retrait des granules du vitellus

(1) Ce mode d'*individualisation* des éléments anatomiques correspond en fait à ce que Burdach, parlant des organismes complexes en général, appelait *génération accrémentitielle surculaire* ou *par gemmiparité*, tenant de près à la fissiparité, mais en différant en ce que, dans la formation des gemmes, il apparaît dès le principe une partie nouvelle affectant une direction qui lui est propre par rapport à l'organisme souche avant de s'en séparer par scission ou par resserrement graduel au point où elle fait corps avec le précédent (Burdach, *Physiologie*, Paris, 1837, in-8, t. I, p. 56). Ce mode de génération a été vu depuis longtemps sur les animaux et végétaux inférieurs entiers. Elle semble avoir été vue sur des cellules végétales isolées d'abord par Treviranus (*Biologie oder Philosophie der Lebenden Natur fuer Naturforscher und Ærzte*, Gœttingen, gr. in-8, 1805, t. III, p. 286) sur des tremelles et par Maerklin sur des oscillaires (Maerklin, *Betrachtungen ueber die Urformen der niedern Organismen*, Heidelberg, 1823, in-8, p. 11). Henle lui donne le nom de *génération exogène* (*loc. cit.*, 1843, t. I, p. 172), mais elle n'avait été vue que sur des plantes ainsi qu'il le dit. A côté de ce mode de génération, Burdach place encore celui qu'il appelle *génération propagulaire* ou *par bourgeonnement*, dans lequel un appendice d'une partie de l'organisme simple ou composé organiquement lié avec l'organisme souche se développe en un nouvel individu qui tôt ou tard se divise et se sépare du précédent (Burdach, *loc. cit.*, 1837, t. I, p. 60). Sur les plantes, surtout les algues, les hépatiques, les embryons de fougères, etc., le bourgeon est représenté par une saillie conique ou tubulaire d'une cellule dont la cavité communique avec celle de la cellule souche, puis s'en sépare tôt ou tard par cloisonnement. C'est ce mode que Mirbel avait décrit et figuré sous le nom de *développement superutriculaire* (*loc. cit.*, 1831-1832, in-4, p. 33 et pl. III, fig. 21 à 29).

sur une portion circulaire de la surface, large de 5 centièmes de millimètre ou environ, de manière à laisser la substance hyaline complétement seule et translucide. Au bout de quelques minutes, cette portion transparente forme une saillie hémisphérique, puis conoïde. Sa base se resserre, ce qui lui donne momentanément la forme d'un cylindre large de 2 centièmes de millimètre environ sur une longueur double; mais bientôt ce resserrement cause un véritable étranglement de cette saillie devenue ainsi piriforme; au niveau de sa jonction avec le vitellus elle achève de se séparer rapidement de ce dernier par une division transversale, tout en lui restant contiguë, ou parce que le rétrécissement progresse jusqu'à séparation complète au niveau de leur continuité.

Ces globules, comme les prolongements limpides dont ils dérivent, sont pleins, sans paroi distincte de leur cavité, et le petit nombre de granules vitellins qui passe dans leur épaisseur n'y montre aucune trace de mouvement brownien.

Chez tous les vertébrés et beaucoup d'invertébrés, leur apparition est suivie de la segmentation du vitellus, qui a pour conséquence la formation du blastoderme, sur les côtés duquel le globule polaire reste comme un corps étranger à l'évolution fœtale. Mais il est des animaux chez lesquels le vitellus ne se segmente pas, et toutes les cellules de leur blastoderme naissent par gemmation, à la manière des globules polaires chez les autres animaux. De telle sorte que ce mode d'individualisation des cellules embryonnaires, qui est limité à un seul point du vitellus sur le plus grand nombre des êtres, devient chez les insectes le mode général d'apparition des éléments du blastoderme; au contraire, la segmentation du vitellus, considérée comme un phénomène sans exception dans le règne animal, est remplacée dans cette classe par un autre mode d'individualisation de la substance du vitellus en cellules.

Ainsi la gemmation s'observe encore sur l'ovule des insectes *dont le vitellus ne se segmente pas;* c'est même là que ce phénomène offre le plus haut degré de diffusion connu, si l'on peut ainsi dire; car chez ces animaux, elle s'étend à toute la surface

du vitellus, et a pour résultat la production des cellules juxtaposées qui forment le blastoderme.

Pendant la production de la gemme ou saillie de substance vitelline, qui bientôt se sépare sous forme de globule polaire, il ne se produit pas de noyau chez ceux de ces animaux dont le vitellus se segmente, tels que les vertébrés, les mollusques, les hirudinées, etc. Il s'en produit un, au contraire, pendant la gemmation de ces globules chez les insectes, et lorsqu'ils se détachent du vitellus ils constituent de véritables cellules. Il est des insectes, tels que les *tipulaires culiciformes* chez lesquels, pendant la gemmation des cellules blastodermiques à la surface de leur vitellus, il ne se produit pas de noyau au centre de chaque gemme, et par suite leurs cellules blastodermiques se trouvent dépourvues de noyau. Il en est d'autres, tels que les muscides, chez lesquels, au début de la gemmation au centre de chaque saillie, un noyau apparaît par genèse de la même manière que le noyau central du vitellus dont il a été fait mention plus haut, chez les animaux dont cette partie de l'œuf se segmente.

La gemmation s'observe encore dans l'ovule de certains animaux dans des conditions fort remarquables, en ce qu'elle s'associe en quelque sorte à la segmentation pour l'individualisation du vitellus en cellules. Chez les mollusques gastéropodes, par exemple, et chez les hirudinées, lorsque la segmentation a conduit à la production de quatre globes vitellins, ceux-ci donnent naissance sur un point de leur surface à un prolongement conoïde à sommet plus ou moins mousse. Sur quelques espèces, cette saillie est aussi foncée que les globes vitellins ; sur d'autres, elle est beaucoup moins granuleuse, et par suite, est plus transparente. Pendant que ce prolongement s'allonge, on voit apparaître vers son milieu un noyau de même aspect que le noyau vitellin dont il a été question plus haut, et se produisant de la même manière. Une fois ce noyau bien limité, la base de la saillie se resserre vers le niveau de la continuité de sa substance avec le globe vitellin qui la porte, et bientôt ce rétrécissement va jusqu'à séparer complétement la première du second. Il en résulte l'in-

dividualisation de quatre nouveaux globes vitellins plus petits que ceux dont il s'agit et remplissant un rôle différent dans l'évolution embryonnaire. Une fois individualisés par gemmation, ils se segmentent eux-mêmes comme le vitellus, et passent ainsi à l'état de cellules.

3° *Résultats de la segmentation et de la gemmation.*

70. Ces deux phénomènes restent au fond les mêmes que la substance organisée préexistante qui en est le siége, soit *amorphe* ou déjà *figurée ;* mais leurs résultats diffèrent selon celle de ces conditions dans lesquelles ils ont lieu. Dans le premier, c'est une *individualisation*, dans le second, une *reproduction*, qui chacune ont lieu de deux manières, comme on le voit.

Lorsqu'il s'agit d'une matière organisée, née par genèse, mais manquant de configuration spéciale ou du moins spécifique, qui se segmente ou produit des gemmes, soit dans l'ovule, soit sur l'individu déjà formé, le résultat de ces phénomènes est son *individualisation* en autant de cellules, c'est-à-dire en autant d'éléments anatomiques doués d'une configuration et d'une structure déterminées, qu'il y a de gemmes ou de segments. Chacun de ces éléments jouit alors, au point de vue de sa nutrition et de son développement, d'une individualité qui lui est propre aussi bien qu'au point de vue de sa forme, etc.

Ce fait ne saurait être confondu, ni avec la genèse d'une cellule ou d'un noyau, ni avec la *production* par un élément d'un autre individu de même forme et de même structure que celui dont il provient directement, dernier fait qui caractérise essentiellement le phénomène élémentaire correspondant à celui qui reçoit le nom de *reproduction* en parlant des individus complexes adultes.

Ainsi lorsque la segmentation et la gemmation présentant leur plein développement, si l'on peut ainsi dire, se manifestent de la manière la plus tranchée, c'est sur le vitellus d'une part, et sur les couches et masses de substances amorphes épithéliales normales et pathologiques parsemées de noyaux ; et les cellules

ainsi individualisées offrent cette particularité remarquable, que leur existence n'est que temporaire et transitoire, par rapport à l'être qu'elles concourent à former. Ce sont ces états de la matière organisée qui sont le *substratum* essentiel de ces phénomènes, qui ont pour résultat l'individualisation de substances amorphes préexistantes sous forme de cellules. Ces phénomènes ne sont en quelque sorte qu'exceptionnels sur les cellules elles-mêmes, une fois individualisées, cellules dont la matière conserve encore la propriété de se segmenter ou de produire des gemmes, propriété dont jouissait celle dont elles représentent des parties isolées. Aussi ces phénomènes ne se montrent plus que réduits à un moindre degré d'énergie sur les cellules et seulement lorsque par suite de certaines phases de leur développement elles ont dépassé leur volume le plus habituel.

71. Lorsque ce sont des cellules individualisées de l'une des manières précédentes ou nées par genèse, ou enfin des noyaux qui se segmentent, ou qui produisent des gemmes, le résultat de ce phénomène est la *reproduction* et par suite la *multiplication* des cellules et des noyaux. Ces éléments ne diffèrent de leurs procréateurs que par leur volume, mais ils leur deviennent bientôt semblables par les progrès de leur développement, et ils peuvent à leur tour se segmenter ou produire des gemmes. Ce sont ces faits qui caractérisent essentiellement la *prolification* ou *prolifération* des cellules (1).

On ne saurait trop insister sur les notions précédentes, en raison de leurs conséquences dans la pratique de l'anatomie et plus encore de leur importance pour l'interprétation des phénomènes physiologiques relatifs à la génération et au développement.

72. Indépendamment des différences générales que présentent les résultats de la segmentation et de la gemmation considérées en commun selon que ce sont des substances amorphes ou des

(1) Ce résultat de la segmentation et de la gemmation ayant lieu dans ces dernières conditions correspond en fait à ce que Burdach (*loc. cit.*, 1838, t. I, p. 48, *Génération fissipare*) appelait *génération accrémentitielle par augmentation de masse* (en parlant des individus complexes), et qui a pour résultat de faire qu'un individu composé de parties homogènes se divise en deux ou en un plus grand nombre de parties par suite d'un travail organique intérieur.

cellules, éléments anatomiques figurés, qui en sont le siége, il en est d'autres plus spéciales qui concernent les résultats de chacun de ces phénomènes en particulier.

Que la *gemmation* ait lieu à la surface du vitellus ou d'un élément anatomique figuré tel qu'une cellule, chacune des gemmes de la substance en voie de gemmation passe toujours directement à l'état de cellule aussitôt que s'achève sa séparation. De plus, ces cellules offrent immédiatement d'une manière complète ou à peu de chose près, le volume qu'elles conserveront toujours.

Lorsque la segmentation a lieu sur un noyau, une cellule ou des substances amorphes, à la surface ou dans l'épaisseur d'un tissu, elle a également pour résultat immédiat la naissance de noyaux ou de cellules. Dans le dernier cas, en particulier, chacun des segments se trouve directement constitué en autant de noyaux ou de cellules dès l'achèvement de sa séparation du reste de la masse amorphe; mais ces éléments ont un volume moindre que celui qu'ils offrent plus tard, et ils s'accroissent plus ou moins rapidement à compter du moment de leur individualisation. Dans le cas de la segmentation du vitellus, ce n'est qu'en diminuant graduellement de volume que les divisions de ce dernier, conservant encore la structure qu'avait d'abord la masse primitive, passent à l'état de cellule; c'est après qu'elles ont subi les dernières phases de la segmentation, dont le résultat est de les amener au volume qu'elles conserveront par la suite, que la substance de leur surface se modifie, et que par une série de phénomènes moléculaires elle prend les caractères d'une paroi distincte de la substance sous-jacente. Parfois, à ce moment, quelques-unes sont plus volumineuses que les autres, et c'est alors surtout que ces cellules continuent elles-mêmes à être le siége de la segmentation à la manière du vitellus.

73. Il importe d'avoir toujours présent à l'esprit que les phénomènes d'évolution, quels qu'ils soient, consistent en changements incessants ayant lieu dans les éléments anatomiques, etc., pendant toute la durée de leur existence, phénomènes qui restent incompréhensibles si l'on cesse un instant de se rappeler que le développement est subordonné à la nutrition. On entend par là que

la nutrition, par la rénovation continue des principes immédiats, fournit ou enlève incessamment des matériaux à chaque élément, et devient ainsi la condition d'accomplissement de ces changements de forme, de volume et de structure qui caractérisent toutes les particularités du développement dont il sera question plus tard.

74. Pour les globes vitellins les changements évolutifs qui les font passer à l'état de cellules sont les suivants :

Au quatrième jour, un peu après l'arrivée de l'ovule dans l'utérus chez les lapines, les globes vitellins sont pressés à la face interne de la membrane vitelline, contre laquelle ils sont appliqués par le liquide qui s'est accumulé au milieu de la masse globuleuse uniforme qu'ils composaient d'abord. Ils sont devenus par suite un peu polyédriques ; en même temps survient dans leurs corps une diminution notable de volume et de nombre de leurs granulations moléculaires graisseuses ; ces dernières sont ainsi beaucoup plus petites et plus pâles que dans la surface du vitellus et des globes vitellins qui proviennent de la segmentation. Mais le phénomène principal qui se passe alors est celui qui leur donne d'une manière complète les caractères de cellule. Il consiste en ce que la partie superficielle des globes vitellins devient ferme, demi-solide, susceptible d'être déchirée et de conserver les irrégularités de cette déchirure sans se rétracter ni revenir sur elle-même, comme le faisait la substance interposée aux granulations dans les globes vitellins. Elle représente alors une véritable paroi, enveloppe ou membrane de cellule, épaisse de 2 à 3 millièmes de millimètre ; elle se distingue d'autant mieux qu'elle est homogène, transparente ; que les granulations qui s'avançaient jusqu'à la surface ou presque jusqu'à la surface des globes vitellins se sont retirées vers le centre et manquent tout à fait dans son épaisseur. Il résulte de là que les cellules ainsi constituées sont polygonales par leurs faces contiguës et par celle qui est aplatie contre la membrane vitelline, mais elles font encore une saillie hémisphérique dans le liquide de l'intérieur de l'œuf. Pourtant elles conservent leur forme polyédrique lorsqu'on a rompu les adhérences par contiguïté qui leur faisaient constituer la membrane ou vésicule blas-

todermique. Elles conservent leur forme polyédrique lors même qu'elles sont isolées, à moins qu'au lieu de les tenir dans du sérum on ne les plonge dans l'eau pure qui les gonfle. Enfin le dernier fait important à signaler dans ces changements consiste en ce que la substance du centre des globes vitellins, interposée aux granulations, s'est ramollie pendant que la surface devenait plus ferme. Elle est arrivée à un état demi-liquide, diffluent, et tient en suspension les granulations moléculaires.

Ce sont alors de véritables *cellules* avec contenu remplissant une cavité distincte d'une paroi ou enveloppe. Il importe pourtant de noter spécialement que jamais le contenu de ces cellules n'est tout à fait liquide, mais seulement demi-liquide.

75. Ainsi, quelles que soient les variétés secondaires que présente le phénomène du fractionnement chez les oiseaux, reptiles écailleux, mollusques, radiaires, etc., quand il est arrivé à un certain terme, quand chaque sphère est réduite à un certain volume variable, suivant les groupes d'êtres, entre $0^{mm},040$ et $0^{mm},009$ ou environ, elle s'entoure d'une paroi ou enveloppe homogène, transparente. Cette paroi naît par solidification de la couche superficielle de la substance visqueuse qui maintient réunies les granulations des sphères de segmentation ; substance qui devient de plus en plus dense et cohérente à sa surface, en sorte que bientôt il en résulte une membrane transparente bien distincte des granulations vitellines, et qu'on peut rompre et séparer du contenu qui s'échappe. Dès ce moment les cellules sont nées et ne sont plus des sphères de fractionnement, mais des éléments anatomiques de l'embryon qui ont atteint leur dernier degré de développement.

A mesure que les cellules se produisent elles se rangent l'une à côté de l'autre, constituent ainsi le blastoderme ou vésicule blastodermique, et prennent par la pression réciproque qu'elles exercent l'une contre l'autre la forme polyédrique. En même temps, leur contenu granuleux, d'abord évidemment semblable aux granulations du vitellus entier, devient plus diffluent et plus transparent par diminution de nombre et de volume des granules moléculaires.

Quant au noyau, il reste tel qu'il était dans les globes vitellins :

clair, transparent, dépourvu de granulations, et contenant de un à quatre et même cinq nucléoles brillants, à contours nets et foncés, qui quelquefois pourtant sont accompagnés de quelques petites granulations moléculaires en très-petit nombre.

Les phénomènes décrits plus haut, savoir le durcissement ou condensation de la partie superficielle des globes vitellins, avec ramollissement de la partie centrale, sont ce qu'on a désigné en disant que les globes vitellins s'*entourent* d'une membrane ou enveloppe de cellule. Mais il importe de noter d'une manière précise que le développement de cette paroi de cellule est un phénomène qui s'opère sur place, molécule à molécule, dans le globe vitellin, aux dépens de sa matière, à laquelle s'ajoutent et dont s'éliminent certains principes immédiats par suite des actes de rénovation moléculaire nutritive. Les espèces de ceux-ci ne sont pas déterminées encore, mais cet échange de principes immédiats amène un changement de nature de la substance, changement démontré par les différences de réactions des globes vitellins comparées à celles des cellules qui viennent de naître.

Ces cellules sont celles qui ont reçu le nom de *blastodermiques*, parce qu'elles forment d'abord la vésicule blastodermique, et se multipliant peu à peu par segmentation elles agrandissent cette membrane de manière qu'elle puisse se replier sur elle-même autour de la tache embryonnaire et de l'embryon pour former l'amnios. Ce sont, du reste, des cellules qui prennent bientôt tous les caractères des cellules de l'épithélium pavimenteux à couche unique de cellules ; elles constituent les premières cellules complètes qui naissent dans l'ovule aux dépens des globes vitellins.

Quant à ceux des globes vitellins qui forment à l'un des pôles de l'ovule un *amas mûriforme* lorsque déjà les autres globes sont arrivés à l'état de *cellules blastodermiques*, ils continuent encore à se segmenter de manière à devenir beaucoup plus petits que ceux qui, par leur métamorphose, ont donné naissance aux cellules précédentes ; puis à leur tour, vers le huitième jour après le coït fécondant chez les lapins, ils donnent naissance aux *cellules de la tache embryonnaire*. Les globes vitellins de la circonférence profonde de l'amas mûriforme constituent les *cellules des*

parois de la vésicule ombilicale. Une fois nées de la sorte, ces dernières cellules se multiplient par segmentation et donnent ainsi naissance à plusieurs rangées de cellules qui, de la circonférence des feuillets moyen et interne ou viscéral de la tache embryonnaire, s'étendent et se prolongent au-dessous de la couche extérieure ou la plus superficielle des cellules blastodermiques, de manière à doubler la vésicule blastodermique et à former les couches de cellules qui plus tard constituent les parois de la vésicule ombilicale. Elles enveloppent ainsi le liquide du centre de l'ovule qui deviendra le contenu de la vésicule.

Les cellules des parois de la vésicule ombilicale proviennent donc des globes vitellins de la circonférence de l'amas mûriforme lorsque déjà les autres globes ont donné naissance : 1° aux cellules extérieures ou superficielles du blastoderme ; 2° aux cellules de la tache embryonnaire. Les changements qu'éprouvent les globes vitellins pour donner naissance à ces cellules commencent vers le huitième jour après le coït fécondant chez les lapins.

76. Si au lieu de se placer au point de vue des phénomènes qui caractérisent la gemmation et la segmentation de la substance préexistante, on prend en considération les éléments anatomiques mêmes qui résultent de l'accomplissement de ces phénomènes, tels que les globules polaires et les cellules blastodermiques dans l'ovule, les cellules épithéliales dans les tubes glandulaires, etc., on reconnaît que ce fait est une individualisation pour chacune de ces cellules prise à part. Ces phénomènes sont, par rapport à chacune d'elles, son mode de naissance, mais ayant lieu dans certaines conditions déterminées, préparées par une succession de phénomènes antérieurs, qui sont d'abord la genèse et le développement de la substance qui segmente ou qui produit des gemmes, puis souvent ceux de noyaux servant en quelque sorte de centre autour duquel s'accomplit la segmentation. Cette individualisation sous ce point de vue est une naissance pour ces cellules et non une reproduction. Dans le cas, au contraire, où ce sont des éléments déjà nés par genèse ou individualisés par segmentation ou par gemmation qui sont le siége de ces derniers phénomènes, ils en *reproduisent* d'autres semblables à eux,

et ces actes deviennent à cet égard une *reproduction*, tout en restant de même nature (1).

77. Tout élément anatomique qui apparaît, soit par scission, soit par gemmation, dérivant directement de la substance de quelque autre qui existe déjà, a passé visiblement par un *état antérieur* qu'il importe d'examiner.

L'élément amorphe ou figuré qui se divise, peut être né par genèse. Dans ce cas, le problème relatif à l'état antérieur des cellules auxquelles il *donne naissance* est alors le même que celui dont il a été question, à propos de l'état antérieur des matériaux qui servent à la genèse proprement dite ; mais il se double par l'obligation de tenir compte de l'état antérieur des principes immédiats qui ont servi à sa nutrition pendant la durée de son développement, ou, en d'autres termes, par l'obligation de tenir compte de l'état de la substance amorphe ou de la cellule qui, en ce moment, va se séparer en deux ou plusieurs cellules. C'est ainsi, par exemple, que lors de la segmentation du vitellus il faut savoir si sa substance est fécondée ou non, s'est unie ou non à celle des spermatozoïdes du mâle (2), et si c'est d'un mâle de même espèce que la femelle ou d'espèce voisine.

Si la cellule qui va se reproduire par scission ou par gemmation est une de celles qui viennent de naître d'après l'un de ces deux

(1) Cette *reproduction* des éléments anatomiques figurés correspond en fait à la génération *sexuelle* ou *solitaire* des anciens auteurs ; à ce que, en parlant des organismes entiers, Burdach (*Physiologie*, Paris, 1837, trad. franç., in-8, t. I, p. 47) et autres physiologistes ont considéré comme cette forme de la monogénie appelée *génération accrémentitielle par multiplication de parties*. Elle consisterait en ce qu'une portion de chaque individu se séparerait de celui avec lequel elle ne faisait primordialement qu'un, de manière à devenir un autre individu pour se développer en un tout à part, analogue ou semblable à l'organisme dont elle procède. La reproduction est le cas particulier le plus simple, ce que Burdach et autres *physiologistes*, avant lui, ont appelé *propagation* et *homogénie*, ou production d'un individu par un ou plusieurs parents, c'est-à-dire par un ou plusieurs individus ayant existé avant lui. On sait aujourd'hui que les êtres complexes ainsi propagés peuvent être : 1° *semblables à celui ou à ceux dont ils proviennent* (fait qui s'observe sur le plus grand nombre d'espèces et qui mérite plus exclusivement le nom d'*homogénie*) ; 2° *dissemblables d'abord* et ne le devenir qu'après une succession de reproductions par *gemmation* ou autrement (*métagénèse* et *parthénogénèse*, R. Owen).

(2) C'est ce fait qui caractérise ce que Burdach et autres appelaient l'*homogénie digénique*, en parlant des organismes et non des éléments anatomiques.

modes, le problème relatif à l'état antérieur de la nouvelle cellule qui va apparaître, se réduit à celui dont il vient d'être question en dernier lieu, c'est-à-dire à l'obligation de tenir compte de l'état antérieur par lequel l'élément générateur passe pendant la durée de son développement.

78. Il importe beaucoup sous les divers points de vue qui viennent d'être indiqués, d'avoir toujours présent à l'esprit que la segmentation et la gemmation ne sont pas une disjonction des parties d'un tout, mais qu'elles sont : 1° un mode d'arrivée de la substance organisée à l'état d'éléments anatomiques proprement dits, c'est-à-dire ayant une forme individuelle et spécifique, substance préexistant matériellement et née par genèse ; 2° ou bien un mode d'apparition de nouveaux individus de telle ou telle espèce donnée, à l'aide et aux dépens d'éléments semblables, ayant acquis déjà leur individualité par genèse, segmentation ou gemmation.

C'est une individualisation dans laquelle il y a bien division et isolement spécifique de la masse en parties distinctes, mais avec persistance de l'adhérence ou de la contiguïté statique et de la solidarité dynamique.

Sous ces derniers rapports, la disjonction n'est qu'apparente, n'est qu'une segmentation et non une séparation. C'est par cette individualisation sans ségrégation des parties d'une masse jusque-là homogène et restant toutes solidaires, que cette scission régulière dans sa marche et dans ses résultats, anatomiquement parlant, devient un signe d'organisation synthétique et non de désagrégation analytique ou décomposante. A partir de ce moment, en effet, l'organisme total s'il s'agit de l'œuf, ou la masse amorphe s'il s'agit d'un organe normal ou d'un produit morbide, ne font que croître graduellement en complication synergique, si l'on peut ainsi dire ; tandis que jusqu'alors il n'y avait eu que simple augmentation graduelle de volume par le seul fait du développement, préparant ici l'organisation, mais n'étant pas une individualisation nouvelle.

Le caractère de l'organisation, en effet, n'est pas l'apparition ni la persistance de l'homogénéité, mais la netteté de la distinc-

tion des individus, sinon de leur inégalité, le plein développement des individualités, avec solidarité d'association statique et surtout de solidarité dans l'action.

C'est ainsi que cette segmentation, scission, etc., dont le nom peut paraître et est réellement en opposition avec ce qui caractérise la synthèse (qui elle-même caractérise toute formation nouvelle), devient le fait caractéristique de la naissance par individualisation et par reproduction d'éléments anatomiques.

Il serait impossible de trouver un fait qui répondît mieux à cette formule logique, qui veut que toute synthèse soit le développement d'une analyse bien faite.

Or, il est certain que l'évolution de l'économie est une synthèse dans laquelle, à compter de la segmentation, en parties solidaires, du vitellus jusque-là homogène, l'organisme ne fait que se synthétiser par l'addition successive de parties élémentaires dont cette division du vitellus marque le début, ou mieux un phénomène préparatoire.

Rien de plus saisissant, sous ces divers rapports, que de voir, à partir de cette division du vitellus, sans autres phénomènes qu'un groupement spécial des éléments qui en résultent et que des modifications moléculaires dans l'épaisseur de celle-ci, se constituer, sous les yeux de l'observateur, un nouvel être, doué d'une forme, d'organes, d'éléments anatomiques et de mouvements propres; et cela, chez nombre d'animaux, avant toute augmentation sensible de la masse vitelline à l'aide et aux dépens de laquelle il vient de se produire, sans autre emprunt que ceux qui résultent de l'échange moléculaire réciproque au travers de l'enveloppe de l'ovule entre les principes du vitellus et ceux du dehors.

Ainsi l'on sait actuellement où, quand et comment naissent les éléments anatomiques, et, par suite, les tissus et les organes ; on connaît les conditions, les phénomènes et les effets de leur apparition, non-seulement à l'état normal, mais encore dans les conditions morbides, ainsi que nous allons le voir. Déjà nous avons étudié la manière dont ils se développent, et par suite, comment ils se déforment, etc., comment enfin ils se nourrissent : de telle

sorte qu'en interrogeant l'expérience, on est amené à connaître ces modes élémentaires de l'activité naturelle de la matière avec autant de netteté que tout autre phénomène plus évident, tel que la digestion ou la circulation.

(La suite à un prochain numéro.)

DE LA DISTRIBUTION

DES NERFS PNEUMOGASTRIQUES

DANS LES POUMONS DES OPHIDIENS

PAR M. LE D[r] HENRI JACQUART,

Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, Vice-Président de la Société de biologie, Chevalier de la Légion d'honneur.

Chez les ophidiens que nous avons l'occasion d'observer vivants dans nos pays, même lorsqu'ils atteignent une forte taille, le larynx, comme organe de la phonation, paraît jouer un rôle peu important. Nous les regardons presque comme aphones, et c'est tout au plus si nous les entendons pousser des sifflements quand nous les irritons. Le larynx est réduit à de très-petites dimensions, et ne sert que comme partie supérieure de la trachée-artère, c'est-à-dire pour présider à l'entrée et à la sortie de l'air dans les voies aériennes, et, par la résistance et l'élasticité de ses cartilages, empêcher l'ouverture du larynx de s'affaisser dans l'acte de la déglutition. Mais pouvons-nous juger des cris que font entendre les gros serpents dans l'état de liberté, par l'observation de ceux que nous conservons vivants sous des couvertures, dans nos vitrines ou serres chaudes herpétiques, et qui pendant le jour ressemblent assez bien, par leur forme et leur immobilité, à certains comestibles allongés et arrondis exposés sur les étagères de nos marchands ? Nous tenons, au contraire, de M. Ferdinand Denis, que, d'après le récit de certains auteurs, il y a dans l'Amérique du Sud des serpents qui font entendre, à plusieurs lieues de distance, des sifflements formidables et qui rivalisent avec ceux de nos locomotives. Chez eux le larynx redevient donc un organe puissant de phonation.

Si chez les ophidiens le larynx comme organe de la voix ne joue qu'un rôle secondaire, si ce n'est chez les très-gros serpents, considéré comme partie supérieure du canal aérien, comme *caput asperæ arteriæ*, ou gardien en quelque sorte de l'entrée et de la sortie de l'air, il reprend des fonctions plus relevées et plus importantes. Nous ne voyons en effet dans aucune classe de vertébrés la trachée soumise à des compressions plus fortes que chez les serpents, au moment où ils avalent leur proie. Chez aucune, les mouvements de dilatation et de resserrement de la glotte ne sont plus actifs que chez ceux-ci, dans les circonstances que nous signalons. Le larynx chez eux, au moment où s'opère leur longue et laborieuse déglutition, occupe une position exceptionnelle qui permet à la respiration de s'exercer, bien qu'avec gêne et difficulté. On ne s'étonnera donc pas de trouver chez les serpents un nerf laryngé supérieur et un nerf récurrent plus développés qu'on ne s'y attendrait au premier abord, et rappelant par leur disposition celle qu'on rencontre chez les mammifères. Ce sont là des points d'anatomie comparative que je me propose de reprendre en détail dans un autre travail; mais pour le moment, je ne m'occuperai que de la distribution des nerfs pneumogastriques dans les poumons des ophidiens, et je tâcherai de faire ressortir l'analogie qu'elle présente avec celle des mêmes nerfs dans une classe plus élevée. Je montrerai que leurs divisions ne sont pas destinées aux vaisseaux des poumons, et ne les suivent pas, mais que parvenues à un certain degré de ténuité, elles se dirigent transversalement et directement, pour se terminer dans la partie aréolaire des sacs aériens, et que, si elles sont parallèles aux veines et artères pulmonaires, elles ne s'y ramifient pas. Or, on sait que chez les mammifères les filets des pneumogastriques ne sont pas satellites du système vasculaire, mais bien des bronches et de leurs embranchements auxquels ils se rendent, et qu'ils accompagnent jusque dans les cellules pulmonaires.

Chez les serpents, et nous avons sous les yeux un dessin où nous avons figuré d'après nature les pneumogastriques d'un python, ces nerfs, dont je ne donnerai pas ici la distribution au

larynx et à la trachée, après avoir longé cette dernière, et suivi le côté interne et supérieur de la veine jugulaire correspondante, en dehors de chaque carotide, quand il en existe deux, arrivent au niveau des crosses aortiques droite et gauche au-dessous desquelles ils sont situés. Immédiatement en arrière de la concavité de ces crosses, ils fournissent de chaque côté le nerf récurrent qui contourne chacune d'elles de bas en haut et d'arrière en avant, et se réfléchit sur elle, comme chez les mammifères, sur la crosse de l'aorte à gauche, et sur la sous-clavière à droite.

Le pneumogastrique droit est situé au-dessus de la réunion de la veine vertébrale avec la jugulaire droite ; avant d'atteindre le côté supérieur de la veine cave postérieure, un peu en arrière de son embouchure, il fournit un nerf volumineux qui se place au-dessous et en dedans de la crosse aortique droite, puis de l'aorte abdominale qu'il longe dans une assez grande étendue, communique avec le grand sympathique par de nombreux filets au-devant du rachis, passe sous le poumon droit et va former sur la face supérieure du foie une des racines du nerf intestinal, que nous ne faisons qu'indiquer ici.

Comme la distribution ultérieure des pneumogastriques est la même des deux côtés, il suffira d'indiquer celle de l'un d'eux, du droit par exemple. Ce nerf, avant d'atteindre le poumon correspondant, donne de nombreux filets à la trachée, et passe entre l'œsophage et l'artère pulmonaire droite. Au niveau de l'extrémité antérieure de l'organe respiratoire, il se divise en deux branches. L'une, externe, continue le trajet du tronc d'origine, côtoyant d'abord en dedans l'artère pulmonaire droite à laquelle elle est accolée, puis s'en éloignant en arrière, de manière à se rapprocher de plus en plus de la division droite de la veine pulmonaire qu'elle avoisine jusqu'à sa terminaison. La seconde branche, plus interne et beaucoup plus courte, se dirige obliquement en dedans et en arrière sur le tronc commun des veines pulmonaires, fournit des filets à la trachée, au poumon droit et au côté interne du gauche, et s'anastomose avec une branche semblable du pneumogastrique gauche. Il en résulte un nerf unique situé au-dessus de la veine cave postérieure, couché sous le tronc commun des veines

pulmonaires, et qui, au niveau de l'écartement des poumons, gagne la face supérieure du foie, non loin de son extrémité antérieure, s'unit à un rameau précédemment décrit, émané du pneumogastrique droit, pour former le nerf intestinal déjà indiqué.

Le rameau pulmonaire médian ainsi formé par la fusion des deux subdivisions internes des pneumogastriques, constitue par ses nombreuses anastomoses avec les deux branches externes des nerfs des deux côtés, un plexus qui donne à l'organe de la respiration ; mais c'est surtout des branches externes que viennent ces nerfs pulmonaires, tantôt par des filets internes et externes qui naissent directement en dedans et en dehors du rameau principal, tantôt de subdivisions plus ou moins obliques à l'axe des poumons et qui croisent la direction des vaisseaux. Quelle que soit l'origine de ces nerfs destinés au tissu pulmonaire, ils sont disposés perpendiculairement à la longueur des sacs aériens, et se trouvent ainsi parallèles aux veines et artères.

Mais la dissection la plus attentive à la loupe et sous l'eau ne m'en a fait reconnaître aucun d'une certaine grosseur dans les tuniques de ces vaisseux. Ils se rendent tous directement dans les cellules aériennes, n'affectant avec les radicules vasculaires que des rapports de voisinage et de contiguïté. Il y a parallélisme et non satellitisme entre ces deux ordres d'organes.

La description du pneumogastrique droit s'applique au gauche. Seulement celui-ci peut être suivi jusqu'à l'extrémité postérieure du petit poumon, et donne dans son trajet sur la portion lisse quelques rameaux légèrement obliques, tandis que le pneumogastrique droit ne s'étend guère plus loin que la région aréolaire du grand poumon. Chez les mammifères, les pneumogastriques suivent dans les poumons toutes les radiations des canaux aériens et s'y distribuent. Chez les ophidiens où il n'existe pas d'arbre bronchique, leurs filets vont directement au tissu pulmonaire, mais ni chez les premiers ni chez les seconds, ils ne sont satellites des veines et des artères, et cette indépendance du système nerveux avec le système circulatoire nous fournit une analogie de plus entre deux classes de vertébrés si éloignées l'une de l'autre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Cette figure nous montre la distribution des nerfs pneumogastriques dans les poumons d'un python ; leurs rapports avec les artères, la veine pulmonaire et avec le canal aérien ; et aussi quelques-unes de leurs connexions avec le nerf grand sympathique. On y voit l'origine d'un grand nerf intestinal qui naît de la réunion sur la ligne médiane des branches internes de la bifurcation des deux pneumogastriques. Nous signalerons plus loin l'importance en physiologie de la disposition isolée de ce filet pour les vivisections.

Cette figure a été copiée par l'artiste et réduite d'un tiers, d'après un dessin exécuté par nous d'après nature, sur notre préparation, dont les vaisseaux avaient été remplis d'une injection solide, et sur laquelle nous avions ensuite disséqué sous l'eau, à la loupe, et avec le plus grand soin, les ramifications nerveuses.

Quelque légère qu'ait été la réduction, nous regrettons cependant qu'on n'ait pu reproduire notre dessin dans toute sa grandeur. On y perd une partie de la finesse des détails, surtout pour la distribution ultime des nerfs, d'autant mieux rendue que notre crayon retraçait ce que notre scalpel venait de mettre à découvert. Les pneumogastriques chez les ophidiens se distribuent surtout à la partie antérieure des sacs pulmonaires, qui seule est aréolaire et vasculaire, et dans laquelle ont lieu presque exclusivement les phénomènes d'hématose, et fort peu à la partie postérieure qui, analogue aux sacs aériens des oiseaux, est mince, lisse, membraneuse et peu ou point vasculaire. La première n'occupe guère que le quart ou le cinquième antérieur des poumons.

Elle est creusée d'un canal qui se continue avec la cavité de la portion membraneuse. L'existence de ce canal, qui atteint les deux tiers du diamètre extérieur des poumons, distingue, sous ce rapport, les ophidiens de l'homme et des mammifères.

Chez les serpents, la trachée se bifurquant tout près de la naissance des poumons, et se ramifiant presque tout de suite dans le tissu pulmonaire, les ramifications nerveuses se distribuent d'emblée à ce tissu, et s'y rendent directement ; les filets qui, aussitôt après la naissance des bronches, deviennent rudimentaires, sont très-grêles et difficiles à suivre, même à la loupe.

Les terminaisons nerveuses principales sont destinées à la partie antérieure des sacs pulmonaires, elles sont perpendiculaires au diamètre longitudinal de ceux-ci. Elles sont, comme je l'ai dit dans le cours de ce mémoire, parallèles aux vaisseaux, mais non satellites de ceux-ci et ne s'y ramifient pas sensiblement.

Je suis loin cependant de pouvoir affirmer qu'elles ne s'y distribuent pas du tout.

Au contraire, chez l'homme et les mammifères, les nerfs pneumogas-

triques accompagnent la trachée, les bronches et leurs ramifications, et les enlacent de leurs plexus, ainsi que les veines et les artères, et pénètrent avec leurs divisions dans le tissu pulmonaire.

Il faudrait voir, dans des recherches ultérieures, mais que nous n'avons pas encore faites, quel est le mode de distribution du grand sympathique dans le poumon des ophidiens et ses connexions dans le tissu de celui-ci avec les pneumogastriques.

D'où vient ce contraste si frappant pour la distribution pulmonaire du pneumogastrique chez les mammifères et les ophidiens ?

C'est que chez ces derniers, comme je l'ai déjà dit, la trachée donne naissance aux deux bronches presque au niveau du commencement des sacs aériens.

Alors le tissu vésiculeux et vasculaire, ou véritable tissu pulmonaire, commençant là où finit la trachée, les nerfs pneumogastriques n'ont plus besoin de former, comme chez les mammifères, des plexus sur les bronches et leurs ramuscules, ainsi que les vaisseaux qu'ils prennent pour supports, pour pénétrer dans le poumon, et s'y ramifient directement.

INDICATION DES LETTRES ET CHIFFRES.

Les poumons sont vus par leur face inférieure.

A. Tronc commun d'origine des deux aortes.

a, *a*, *a*. Aorte droite.

a', *a'*. Aorte gauche coupée en deux points : 1° à peu de distance de son origine ; 2° près de sa réunion avec la droite.

a''. Aorte commune formée par l'union des deux artères droite et gauche.

i. Tronc commun donnant naissance à un certain nombre d'artères intercostales.

c, *c*, *c*, *c*. Intercostales fournies par l'aorte droite ou par le tronc *a''*, et dont nous n'avons indiqué que quatre.

V. Ventricule droit.

o, *o*. Oreillette droite.

T, T, T. Trachée-artère.

P', P', P'. Pneumogastrique droit.

P. Pneumogastrique gauche.

F. Foie retourné et vu par sa face dorsale.

1. Veine jugulaire droite à sa naissance.

2. Veine cave postérieure coupée.

3. Veine jugulaire gauche naissant de l'oreillette droite et contournant le sillon auriculo-ventriculaire droit et l'origine de la veine pulmonaire.

4, 4, 4, 4. L'artère pulmonaire droite et ses ramifications.

5, 5, 5, 5. Artère pulmonaire gauche et ses divisions.

6, 6, 6, 6. Veine pulmonaire et ses divisions. Le petit travail de hachures

qui la recouvre tendrait à la faire prendre pour une artère. A la vérité elle charrie du sang rouge qu'elle verse dans l'oreillette gauche.

7, 7, 7, 7. Branche externe de la bifurcation du nerf pneumogastrique droit, fournissant au poumon correspondant de nombreux rameaux transversaux, les uns internes, les autres externes, et aussi donnant en dedans des filets nombreux et assez gros qui forment un plexus avec sa branche de bifurcation interne et aussi avec le tronc commun médian qui résulte de la réunion des deux branches internes des pneumogastriques droit et gauche ; tronc qui est l'origine du grand nerf intestinal.

8, 8. Branche interne du pneumogastrique droit donnant à la trachée-artère et au poumon droit.

9, 9, 9, 9. Branche externe du nerf pneumogastrique gauche se comportant dans le poumon correspondant comme la branche externe du pneumogastrique droit.

10, 10. Branche interne du pneumogastrique gauche donnant à la trachée et au poumon.

11, 11. Rameau médian couché sur la veine pulmonaire, résultant de la réunion des deux branches internes de la bifurcation des deux pneumogastriques enlaçant la veine pulmonaire dans un plexus; il ne paraît pas donner à la gaîne de ce vaisseau, mais fournit principalement au tissu pulmonaire, et se réunit par de nombreuses ramifications transversales aux deux branches externes 7, 7, 7, 7 et 9, 9, 9, 9 des deux pneumogastriques.

12, 12, 12, 12. Branche considérable fournie par le pneumogastrique droit, au milieu de l'espace compris entre la crosse de l'aorte droite et la naissance du poumon correspondant ; elle longe le côté interne de l'aorte droite et du tronc commun aortique descendant, de cette branche partent dix ou douze rameaux transversaux qui croisent à angle droit le vaisseau et vont communiquer avec le grand sympathique.

Puis ensuite cette branche contourne obliquement la face dorsale du poumon droit, et vient s'unir au gros nerf intestinal 11, 11, en donnant quelques rameaux au foie.

13. Point où a lieu cette anastomose ou réunion.

Il y a donc un espace de 10 à 15 centimètres, suivant la grosseur du serpent, à partir de la bifurcation de la veine pulmonaire jusqu'à cette anastomose, où le gros nerf intestinal fourni par les pneumogastriques ne reçoit et ne donne aucun filet. Ainsi l'on pourrait découvrir ce nerf en ouvrant le ventre, et agir sur lui, soit mécaniquement, soit chimiquement.

Est-il besoin d'insister sur l'importance en physiologie de cet isolement d'un nerf facilement accessible, pour permettre d'éclairer par des vivisections, l'action du pneumogastrique sur les intestins ?

EXPÉRIENCES SUR L'ACTION PHYSIOLOGIQUE

DES

SELS DE POTASSIUM, DE SODIUM ET DE RUBIDIUM

INJECTÉS DANS LES VEINES

Par M. L. GRANDEAU
Docteur ès sciences,
Membre de la Société philomathique.

L'analyse spectrale a conduit déjà à la découverte de plusieurs corps simples, dont trois seulement ont pu jusqu'ici être étudiés assez complétement. Les deux premiers, le rubidium et le cæsium, signalés par M. Kirchoff et Bunsen, dans les eaux mères de Creutznach et de Dürckheim, se rencontrent dans un grand nombre d'eaux minérales; j'ai fait voir que les eaux de Bourbonne-les-Bains (1), notamment, en renferment des quantités assez notables. Des recherches sur lesquelles je n'ai pas à insister ici m'ont conduit à démontrer leur présence dans la règne végétal. Les salins de betterave contiennent assez de rubidium pour que j'aie pu préparer, à l'aide de cette matière première, plusieurs centaines de grammes de chlorure de ce métal (2). J'ai pensé que l'examen de l'action physiologique des sels de ce nouveau corps simple pouvait offrir un certain intérêt. Les expériences tentées à ce sujet ont été faites dans le laboratoire de médecine du Collége de France.

Les analogies nombreuses que présentent les sels de rubidium et de potassium, analogies tellement grandes que, sans le secours de l'analyse spectrale, on ne serait peut-être jamais parvenu à distinguer ces corps l'un de l'autre, m'ont fait penser que des ex-

(1) Un litre d'eau de Bourbonne renfermerait, d'après une analyse que j'en ai faite, environ 3 centigrammes de chlorure de cæsium et 2 centigrammes de chlorure de rubidium. Le chiffre du chlorure de cæsium devrait être légèrement modifié, l'équivalent de ce métal étant égal à 133, au lieu de 123, nombre qui m'a servi dans mes calculs.

(2) *Annales de physique et de chimie*, 3e série, t. LXVII.

périences consistant à introduire dans l'estomac de chiens ou de lapins du chlorure de rubidium ou tel autre sel de ce métal, ne me conduiraient pas au but que je me proposais. En effet, on ne peut avoir recours à l'ingestion dans le tube digestif d'une substance dont on veut étudier l'action physiologique ou les propriétés toxiques, qu'à la condition que cette substance soit douée de propriétés assez énergiques. J'ai donc renoncé à tenter des expériences dans ce sens, et je me suis arrêté, de concert avec M. Claude Bernard, qui a bien voulu m'aider, dans le cours de ces recherches, de son savoir et de sa grande habileté des vivisections, à l'injection dans les veines de dissolutions des divers sels dont je vais parler. Le concours de notre éminent physiologiste m'a été d'autant plus précieux, qu'il met les expériences dont il va être question à l'abri de toute objection relative à l'opération elle-même (introduction de l'air dans les veines, etc.).

Les sels qui ont servi à mes expériences sont les suivants : chlorure de rubidium, chlorure de potassium, chlorure de sodium, carbonate de potasse, carbonate de soude, azotate de soude, azotate de potasse. — Les injections ont été faites dans la veine jugulaire, chez des chiens ou des lapins, à jeun ou en digestion. On a choisi de préférence, pour chaque expérience comparative, des animaux de taille et de vigueur identiques.

ACTION COMPARATIVE DES CHLORURES DE SODIUM, DE RUBIDIUM ET DE POTASSIUM.

Première expérience (4 février 1863). — Dans la veine jugulaire d'un lapin en digestion, on injecte lentement (en 30 secondes), 5 centimètres cubes d'une dissolution de 1 gramme de chlorure de rubidium pur dans 15 grammes d'eau, soit $0^{gr},66$ de ce sel. L'animal ne manifeste aucune gêne; dès qu'on le lâche il se met à courir.

Deuxième expérience. — Dans la veine jugulaire d'un lapin en tous points comparable au précédent, on injecte lentement une dissolution de chlorure de potassium (1 gramme pour 15 grammes d'eau), l'animal est haletant, il se débat et la mort arrive d'une

manière foudroyante, avant qu'on ait injecté $3^{cc},5$ de dissolution (soit $0^{gr},23$ de K. Cl.). L'injection a duré trente secondes. — A l'autopsie, on trouve tous les organes à l'état normal ; le sang est liquide dans tous les vaisseaux et dans le cœur ; le sang du cœur *gauche* est rouge, celui du cœur *droit* est noir.

Troisième expérience. — Dans la veine jugulaire d'un chien vigoureux, de taille moyenne, en digestion, on injecte lentement (en $1^{m},25^{s}$) 15 centimètres cubes d'eau tenant en dissolution 1 gramme de chlorure de rubidium. L'animal ne paraît nullement souffrir ; lorsqu'on le détache, il court dans le laboratoire et va boire.

Quatrième expérience. — Dans la veine jugulaire d'un chien de taille moyenne, en digestion, et qui a servi un mois auparavant à d'autres expériences, on injecte (en $1^{m},20^{s}$) 15 centimètres cubes d'eau contenant 1 gramme de chlorure de sodium. L'animal ne manifeste aucune souffrance ; lorsqu'on le détache, il court et joue comme avant l'opération.

Cinquième expérience. — Chez un chien vigoureux, en digestion, on injecte dans la veine jugulaire (en $1^{m},20^{s}$) 1 gramme de chlorure de potassium dissous dans 15 centimètres cubes d'eau ; le chien se débat et meurt foudroyé. A l'autopsie, comme chez le lapin (expérience 2), les organes sont à l'état normal ; le sang est parfaitement liquide ; le cœur gauche contient du sang rouge, le cœur droit du sang noir. L'animal n'est donc pas mort asphyxié.

Je reviendrai tout à l'heure sur l'action du chlorure du rubidium, mais je veux m'arrêter un instant sur la différence si profonde qui sépare, au point de vue physiologique, le chlorure de potassium du chlorure de sodium. Le premier amène instantanément la mort, tandis que le second paraît tout à fait inoffensif. M. Claude Bernard avait déjà eu l'occasion de constater la parfaite innocuité du carbonate de soude injecté dans les veines, il avait vu qu'on peut aller jusqu'à des doses considérables sans produire d'accident. L'expérience lui avait également démontré la possibilité de mêler pendant plusieurs mois à la nourriture des animaux des quantités considérables de sels de soude, sans donner lieu à aucun

trouble chez les sujets soumis à une semblable alimentation, tandis qu'il avait reconnu que les sels de potasse sont loin d'être supportés à la même dose dans les aliments. MM. Bouchardat et Stuart Cooper, de leur côté, dans leurs recherches sur les chlorure, bromure et iodure de potassium, recherches sur lesquelles j'aurai l'occasion de revenir, avaient constaté l'action toxique de ces sels injectés dans les veines.

Dans le but de m'assurer si, ce qui était peu probable à priori, l'acide combiné à la base avait de l'influence sur les propriétés toxiques du sel, j'ai fait quelques nouvelles expériences dont voici les résultats.

Sixième expérience. — Carbonate de potasse. Dans la veine jugulaire d'un chien vigoureux, de taille moyenne, à jeun depuis trente-six heures, on pratique une injection qui dure trente-cinq secondes. Les 7 centimètres cubes et demi de liquide injecté contenaient $1^{gr},5$ de carbonate de potasse. La mort est foudroyante; légères convulsions. L'autopsie donne les mêmes résultats que dans les expériences 2 et 5.

Septième expérience. — Carbonate de soude. L'animal choisi pour cette expérience est un chien vigoureux, de taille un peu supérieure à celle du précédent. Comme ce dernier, il est à jeun depuis trente-six heures. Le liquide employé à l'injection contient $11^{gr},6$ de carbonate de soude pour 100 grammes d'eau. Dans l'espace de deux minutes on injecte lentement, dans la veine jugulaire, 22 centimètres cubes de la dissolution. L'animal n'éprouve aucun trouble apparent. Deux minutes après, on injecte de nouveau, en une minute et demie, $20^{cc},5$ de la même dissolution. Gêne apparente, agitation, cris légers; deux minutes après, l'animal paraît revenu à son état normal. On injecte de nouveau, dans la même veine, 22 centimètres de la dissolution précédente. Convulsions, agitation, l'œil est toujours sensible. Mort apparente; on détache le chien, qui est privé de mouvement et de sensibilité; il revient à lui au bout de quinze minutes environ; une demi-heure après la dernière injection, il court comme si on ne lui avait fait subir aucune opération.

Huitième expérience. — Azotate de potasse. La dissolution

contient 20 grammes de $KOAzO^5$ pour 100 grammes d'eau. — On injecte dans l'espace de cinquante secondes dans la veine jugulaire d'un lapin en digestion 6^{cc},5 de cette dissolution, l'animal meurt foudroyé. A l'autopsie on constate exactement le même état de choses que dans les expériences 2, 5 et 6.

Neuvième expérience. — *Azotate de soude.* Chez un lapin en digestion on injecte, en deux minutes, 13 centimètres cubes d'une dissolution de $NaOAzO^5$ contenant 17 grammes de sel pour 100 d'eau. Effet passager ; convulsions très-légères. Quelques minutes après, l'animal court comme avant l'opération.

Avant de discuter les expériences que je viens de rapporter et de chercher à en tirer quelques conclusions, je crois utile de résumer, sous forme de tableau, les conditions principales des expériences et leurs résultats :

ANIMAL.		Durée de l'injection.	Sel injecté.	Dose du sel.	Volume de dissolution.	EFFETS.
Lapin	(en digestion)	0^m,30^s	Chlorure de rubidium.	0^{gr},66	5,0	Nul.
Lapin	id.	0^m,30^s	Chlorure de potassium.	0^{gr},23	3,5	Mort.
Chien	id.	1^m,30^s	Chlorure de rubidium.	1	15,0	Nul.
Chien	id.	1^m,20^s	Chlorure de sodium. . .	1	15,0	Nul.
Chien	id.	1^m,20^s	Chlorure de potassium.	1	15,0	Mort.
Chien	(à jeun)	0^m,31^s	Carbonate de potasse. .	1^{gr},5	7,5	Mort.
Chien	id.	0^m (1)	Carbonate de soude. . .	7^{gr},08	64,7	(2)
Lapin	(en digestion)	0^m,40^s	Azotate de potasse . . .	1^{gr},3	6,5	Mort.
Lapin	id.	2^m,26^s	Azotate de soude.	2^{gr},21	13,0	Nul.

Il résulte de cette série d'expériences :

1° Que les sels de soude peuvent être introduits dans le torrent circulatoire sans produire d'accidents, et que les doses très-fortes de ces sels n'amènent pas la mort.

2° Que les sels de potasse injectés dans le sang sont éminemment toxiques, et que des doses très-faibles suffisent pour amener la mort foudroyante.

3° Que la mort n'a pas lieu, dans ce cas, par asphyxie, puisqu'à l'autopsie les poumons et le cœur se trouvent à l'état normal.

(1) A trois reprises.

(2) Effet passager.

4° Que, contrairement à ce qu'auraient pu faire prévoir les analogies si complètes du potassium et du rubidium, ce dernier métal est tout à fait dépourvu de propriétés toxiques, et ses sels peuvent être impunément introduits dans le torrent circulatoire, sans amener aucun des accidents produits par l'injection des sels de potassium.

Le fait le plus digne de remarque auquel m'a conduit cette étude est, sans contredit, l'action éminemment toxique des sels de potassium. Les expériences précédentes prouvent que la quantité de ces sels en dissolution dans le sang ne peut excéder une certaine limite, la présence de très-faibles quantités d'une combinaison de ce métal amenant immédiatement la mort. Sans prétendre expliquer ce fait intéressant, je rappellerai le beau travail de M. Schmidt (de Dorpat), sur les variations du sang dans les affections typhiques et dans le choléra. On sait qu'à l'état normal les globules sanguins sont très-riches en potassium, tandis que le sérum qui contient beaucoup de chlorure de sodium est presque entièrement privé de sels de potasse. M. Schmidt a montré par des analyses très-nombreuses que, chez les individus atteints du choléra, le sérum du sang s'enrichit notablement en potasse, aux dépens des globules. L'altération si profonde du sang dans le choléra serait-elle liée à l'excès de potasse qu'il renferme ? C'est là ce que l'on n'oserait affirmer sans de nouvelles recherches, mais ce rapprochement de l'action toxique du potassium et de la présence d'un excès de potasse dans le sang, sous l'influence de maladies généralement mortelles, me paraît digne d'être noté.

MM. Bouchardat et Stuart Cooper ont constaté, dans le travail dont j'ai parlé plus haut, que chez les animaux morts à la suite d'injections de sels de potassium dans les veines, le cœur et les gros vaisseaux étaient remplis de caillots. Nous n'avons jamais rien rencontré de pareil, M. Claude Bernard et moi, à l'autopsie des lapins et des chiens qui ont succombé (exp. 2, 5, 6 et 8) à la suite d'injections dans la veine jugulaire de chlorure de potassium, de carbonate et d'azotate de potasse. Nous avons toujours trouvé le sang parfaitement liquide dans le cœur et dans les vaisseaux ; le cœur gauche était rempli de sang rouge liquide et le cœur

droit de sang noir, ce qui, pour le dire en passant, démontre que les animaux n'ont pas succombé par asphyxie.

Il y a une autre conséquence qui découle immédiatement des expériences précédentes, à savoir que, au moins en ce qui concerne le rubidium et le potassium, l'action physiologique d'un corps n'est pas intimement liée à ses propriétés chimiques : on sait combien sont grandes les analogies de ces deux métaux ; leur isomorphisme parfait, on pourrait presque dire l'identité de leurs caractères auraient pu faire penser que l'un d'eux étant toxique, l'autre devait l'être également. On a vu qu'il n'en est rien. La nature chimique d'un corps ne peut donc rien faire préjuger d'absolu sur ses propriétés physiologiques, car si le rubidium devait exercer sur l'économie une action comparable à celle d'un des métaux alcalins déjà connus, tout s'accordait, à priori, à faire admettre que son action devait être analogue à celle du potassium ; l'expérience a prouvé que c'est au contraire au sodium qu'il ressemble par sa parfaite innocuité. Cela montre une fois de plus avec quelle réserve il faut conclure des faits qu'on observe dans le laboratoire du chimiste à ceux que présentent les êtres vivants.

J'ajouterai que j'ai eu, dans le courant de mes recherches sur le rubidium, l'occasion de constater que des végétaux croissant dans un sol qui renferme des sels de potasse, de soude, de lithine et de rubidium, ne s'assimilent pas indifféremment chacune de ces substances : les uns, comme le tabac, absorbent de la potasse, du rubidium, de la lithine et des traces de soude ; tandis que d'autres venus dans le même sol, comme la betterave, ne fixent dans leurs tissus que de la potasse, de la soude et du rubidium, laissant la lithine, ou, comme le colza, ne prennent que de la potasse et de la soude, et n'absorbent pas même de trace de lithine ou de rubidium.

ACTION TOXIQUE DU THALLIUM COMPARÉE A CELLE DU PLOMB.

Le 13 février 1863, j'ai administré respectivement à deux chiens vigoureux un gramme de sulfate de thallium et un gramme

et demi d'acétate neutre de plomb, chacun dissous séparément dans 40 grammes d'eau distillée. Ces dissolutions ont été portées directement dans l'estomac à l'aide d'une sonde œsophagienne. L'animal auquel on avait donné le sulfate de thallium vomit un quart d'heure après l'ingestion de ce sel. Malgré cela, il paraît souffrant; le lendemain et jours suivants, jusqu'au 18, il refuse toute nourriture, il meurt le 18 février, c'est-à-dire cinq jours après l'ingestion du poison, après avoir manifesté tous les accidents qui accompagnent l'intoxication saturnine.

Le chien qui avait ingéré $1^{gr},5$ d'acétate de plomb vomit une demi-heure après l'ingestion. Il paraît moins abattu que le précédent; dès le lendemain il mange comme à l'ordinaire, et, à partir de ce moment, il n'y paraît plus. Les sels de thallium semblent donc doués de propriétés toxiques beaucoup plus énergiques que les sels de plomb.

En résumé, des faits qui précèdent, il résulte que les sels de rubidium, comme les sels de soude, peuvent être impunément introduits dans le torrent circulatoire, tandis que les sels de potasse sont toxiques à un haut degré dans les mêmes conditions. Maintenant que la parfaite innocuité des sels de rubidium est démontrée il y aura peut-être intérêt, pour la thérapeutique, à essayer le nouveau corps qu'on rencontre en quantités notables dans certaines eaux réputées efficaces. C'est aux praticiens qu'appartient l'examen de cette question, peut-être pourront-ils tirer quelque avantage de l'emploi des sels de rubidium ; l'observation décidera.

RECHERCHES SUR LA STRUCTURE

DE

LA MUQUEUSE DU COL UTÉRIN

A L'ÉTAT NORMAL

Par V. CORNIL

Membre de la Société de biologie, interne des hôpitaux de Paris, etc.

(PLANCHE XIII.)

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Nous n'avons pas la prétention de vouloir refaire l'anatomie de la muqueuse du col utérin. La description que nous présentons dans ce travail ne diffère pas, dans ses points principaux, de celles qu'ont donné M. Coste (1842) et M. Charles Robin (*Archives générales de médecine*, 1848). Le mémoire de M. Robin est, à juste titre, devenu classique, et les travaux plus récents de Luna (1), Tyler Smith (2), Kölliker (3), Ernst Wagner (4), Carl Henning (5), Sappey (6), etc., tout en élucidant de nouveaux points, en ont peu modifié les bases. Les faits de détail que nous avons pu préciser nous-même sur ce point, dans les recherches auxquelles nous nous sommes livré, n'auraient pas une assez grande importance pour motiver un travail d'anatomie normale, s'il ne devait pas servir de base et d'introduction à l'étude des néoplasies du col utérin, et en particulier, du groupe d'affections désignées sous le nom de *cancer*. L'anatomie pathologique, en effet, n'étudie plus seulement les changements superficiels de coloration, de consis-

(1) Luna, thèse de Paris, 1852. Cette thèse est écrite sous l'inspiration et avec les notes de M. Charles Robin.

(2) Tyler Smith, *Medico-chirurgical Transactions*, vol. XXXV, 1852, p. 378.

(3) Kölliker, *Histologie humaine*, p. 581.

(4) Ernst Wagner, *Archiv der Heilkunde*, 1856.

(5) Carl Henning, *Der Catarrh der inneren weiblichen Geschlechtstheile*, in-4. Leipzig, 1862.

(6) *Traité d'anatomie*, t. VIII, dernier fascicule, 1864, p. 672.

tance, etc., des organes; elle pénètre plus profondément et analyse les lésions des éléments qui entrent dans la structure de chacune des parties des organes et, par conséquent, elle nous impose l'obligation de bien connaître ces parties à l'état normal et dans les variations physiologiques causées par leur développement et par leurs fonctions. L'histologie normale est donc indispensable pour comprendre l'anatomie pathologique, et le travail pratique dont nous publions les résultats devait naturellement précéder l'exposé de nos observations sur le cancer du col utérin.

La muqueuse du col utérin diffère complétement, et par sa structure et par ses fonctions, de celle du corps de l'utérus, ainsi que M. Robin l'a parfaitement établi. Après avoir tapissé la cavité du col, elle recouvre l'orifice et les lèvres du museau de tanche, et dans cette dernière portion de son trajet, présente des différences si tranchées d'avec la première, qu'on doit lui considérer deux portions : l'une *intra-cavitaire*, l'autre *vaginale* ou du *museau de tanche*. — La portion vaginale de la muqueuse du col a été surtout bien étudiée par E. Wagner (*loc. cit.*), qui a décrit avec beaucoup de soin ses glandes et son épithélium. Aussi décrirons-nous successivement ces deux portions de la muqueuse du col.

§ 1. — Muqueuse intra-cavitaire du col.

La *muqueuse qui tapisse la cavité du col* est pâle, épaisse; elle se limite aux deux orifices supérieur et inférieur du col. Elle présente à sa surface les nombreuses plicatures transversales et les deux plis longitudinaux qui ont été nommés arbres de vie; MM. Tyler Smith et Guyon (1) en ont donné d'excellents dessins, et ce dernier a indiqué leur mode d'emboîtement. Les plis transversaux sont séparés par des enfoncements ou rigoles au fond desquels viennent s'ouvrir, d'après M. Sappey, les glandes du col. La hauteur des saillies des plis de l'arbre de vie, qui est de 1 à 2 millimètres, détermine l'épaisseur considérable de la muqueuse, limitée profondément par les culs de sac de ses glandes.

(1) Guyon, *Journal de physiologie*, 1859, p. 186.

Pour les préparations microscopiques, nous avons employé tantôt la dissection simple, tantôt les coupes perpendiculaires à la surface de la muqueuse, faites avec le rasoir, sur des pièces durcies dans l'acide chromique. Les pièces qui nous ont donné les meilleurs résultats pour l'examen des glandes sont les portions du col bouillies dans une solution forte d'acide tartrique.

Voici les résultats que nous avons obtenus :

Si l'on examine à un faible grossissement (obj. 2, oc. 2 de Hartnach, 15 diamètres) une tranche mince perpendiculaire à la surface de la muqueuse et à la direction des plis transversaux, pareille à celles représentées dans les figures 1 et 2, on pourra saisir d'un seul coup d'œil toutes les parties constituantes de la muqueuse du col.— La surface libre présente des papilles *b* (fig. 1 et 2), et des follicules glandulaires, *a*; les espaces vides et étroits obliques d'arrière en avant, *c*, répondent aux dépressions qui séparent les plis transversaux ; sur toute la surface de ces dépressions viennent s'ouvrir les follicules glandulaires simples très-nombreux et pressés les uns contre les autres, *d*.

Les parties constituantes que nous devons étudier avec tous leurs détails sont donc :

1° L'épithélium superficiel ;

2° Les papilles ;

3° Les follicules glandulaires, dont nous admettons deux variétés : les glandes simples et composées.

1° L'*épithélium* forme à la surface de la muqueuse, au sommet aussi bien que dans les enfoncements des plis de l'arbre de vie, une seule couche de cellules cylindriques à cils vibratils.

2° Les *papilles* de la cavité du col utérin ont été bien injectées et représentées dans le mémoire déjà cité de Tyler Smith (1) ; Kölliker dit qu'elles existent dans le tiers ou la moitié inférieure du col. C'est en effet dans cette région que nous les avons ren-

(1) Lebert (*Anatomie pathologique*, in-fol., t. I, p. 106, et atlas, pl. X, fig. 2 et 3) décrit les papilles du museau de tanche, mais il ne paraît pas les avoir rencontrées dans la portion intra-cavitaire du col, et les figure recouvertes par un épithélium pavimenteux.

contrées constamment. Cependant, dans deux examens d'utérus, nous les avons vues très-nombreuses jusqu'à la limite supérieure de la cavité du col. Elles sont allongées, ovoïdes ou verruqueuses, renflées à leur extrémité libre, tandis que leur base est le plus souvent étroite ; leur longueur, c'est-à-dire la saillie qu'elles forment au-dessus de la surface de la muqueuse est de $0^{mm},12$ à $0^{mm},15$; leur épaisseur est de $0^{mm},05$ à $0^{mm},09$; leur extrémité, renflée quelquefois en massue, peut atteindre $0^{mm},12$. Ces papilles ne se rencontrent pas seulement à la surface de la muqueuse, au sommet des plis de l'arbre de vie, mais aussi à la surface des dépressions, jusque dans leur partie la plus profonde. La figure 3 (70 diam.) montre en *b* deux de ces papilles situées au fond d'un des plis de l'arbre de vie. Elles sont constituées par un tissu conjonctif contenant beaucoup de noyaux, et parcourues dans toute leur longueur par un ou deux capillaires qui se recourbent en anses à leur extrémité libre; ces vaisseaux sont la terminaison de ceux qui entourent les tubes glandulaires. Elles sont recouvertes par une couche simple d'épithélium cylindrique.

Nous n'avons pas trouvé de papilles dans la cavité du col des enfants nouveau-nés, mais elles existaient assez nombreuses dans celles de deux petites filles, âgées de huit à neuf ans, que nous avons examinées. Elles se développent et se multiplient en raison directe des causes irritantes qui agissent sur la muqueuse, telles que celles qui provoquent un catarrhe du col, la formation de polypes fibreux, vasculaires ou glandulaires, etc. Il est même infiniment probable, bien que nous ne l'ayons pas constaté sûrement, qu'elles interviennent directement dans la production de ces tumeurs.

Chez les femmes âgées, ces productions papillaires sont très-nombreuses, et sur les coupes des utérus qui leur appartiennent, on voit à une assez grande profondeur, des cavités sur la paroi desquelles végètent des papilles. Ces cavités ne sont autres que la partie inférieure des anfractuosités irrégulières qui séparent les plis de l'arbre de vie. Elles sont représentées (fig. 2, 15 diam.) en *f*, avec les papilles *g* siégeant leurs parois. La même figure montre en *b* les papilles de la surface de la muqueuse.

3° *Glandes de la cavité du col.*

Depuis la description qu'en a donnée M. Ch. Robin en 1848, on s'accorde généralement à les regarder comme des glandes en tubes simples. Cependant plus tard il les a reconnues comme étant des follicules « *larges, à fond lobé et même subdivisé en plusieurs culs de sac* ». (*Dict. de médecine, etc.*, de Nysten, x^{e} édition, par Littré et Robin, 1855, p. 545; xie édition, 1858, p. 591.)

M. Sappey (*loc. cit.* p. 672) les décrit comme des glandes en grappe, possédant un conduit ramifié en plusieurs branches qui se subdivisent elles-mêmes pour se terminer en cul-de-sac. D'un autre côté, les dimensions qu'on attribue à ces glandes sont très-variables : M. Robin leur donne 1 millimètre de longueur, et C. Henning (*loc. cit.*), bien que les regardant toutes comme des glandes en tubes simples, fait varier leur longueur entre $0^{mm},10$ et $2^{mm},52$. Enfin, Kölliker les considère comme de simples excavations anfractueuses, ayant jusqu'à 2 millimètres d'étendue, situées entre les plis de l'arbre de vie, et différant notablement des glandes muqueuses ordinaires. Telles sont les principales opinions émises au sujet de ces glandes. Nous ne croyons pas que l'hypothèse de simple anfractuosité soit soutenable; il suffit en effet de jeter les yeux sur la plupart des figures de la planche pour s'assurer du contraire. Nous n'avions pas vu d'abord des glandes acineuses aussi ramifiées que celles que décrit M. Sappey, ce qui tenait à ce que les coupes minces que nous faisions sur des pièces durcies par l'acide chromique, ne nous permettaient pas de voir les glandes dans leur totalité; cependant nous avions rencontré des glandes en tube possédant des ramifications, et quatre ou cinq dilatations latérales ou terminales. Aussi avons-nous cherché un autre moyen, et nous avons fait bouillir le col utérin d'une jeune fille de seize ans dans une solution concentrée d'acide tartrique. Par ce procédé, la substance fondamentale du tissu sous-muqueux est transformée en une masse gelatiniforme semi-transparente, les noyaux du tissu conjonctif, des fibres musculaires et les cellules épithéliales sont parfaitement conservés. En examinant la pièce qui a bouilli dans l'acide tartrique, on voit à l'œil nu les glandes sous forme de petites lignes blanches qui s'enfoncent profondé-

ment dans le tissu du col, et viennent s'ouvrir au fond des anfractuosités qui séparent les plis de l'arbre de vie. On peut faire sur une muqueuse ainsi préparée des coupes épaisses, contenant une glande entière, et cependant conservant assez de transparence pour être examinées au microscope.

Les glandes qu'on observe par ces méthodes sont : les unes des glandes en tube *simples*, les autres des glandes *composées*.

Les premières se rencontrent dans la partie superficielle de la muqueuse, soit sur la crête des plis horizontaux et verticaux de l'arbre de vie, soit sur les parties latérales des dépressions qui séparent ces plis, soit dans les portions inférieures et supérieures du col où les plicatures de l'arbre de vie n'existent pas. Elles sont généralement très-rapprochées les unes des autres, et les bords de leur ouverture offrent souvent des papilles. Sur la crête des plis, elles sont perpendiculaires à la surface de la muqueuse ou obliquement dirigées en avant, leur ouverture regardant du côté du col. Dans l'intérieur des plis, elles sont perpendiculaires à la surface de la muqueuse qui les tapisse. Ces dispositions sont représentées fig. 1, où les lettres *a* et *d* montrent des glandes simples, la première sur la partie saillante, la seconde dans un enfoncement de la muqueuse. A côté de ces glandes simples, on rencontre aussi des glandes à deux ou trois ou cinq culs-de-sac s'ouvrant dans une cavité commune; mais ces glandes, peu nombreuses, sont loin d'avoir un aussi grand nombre de culs-de-sac que celles qui s'ouvrent dans le fond des anfractuosités. Ces glandes simples mesurent en moyenne de $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$ en longueur; elles sont resserrées à leur collet et dilatées en forme de poire à leur cul-de-sac. La partie la plus dilatée mesure en largeur de $0^{mm},05$ à $0^{mm},08$. Le tissu utérin qui les entoure est composé de couches de tissu conjonctif contenant des corpuscules anastomosés, dont la direction est parallèle à la surface (*k*, fig. 4). Elles possèdent une membrane propre anhiste et très-mince, dont on ne voit pas toujours les deux contours, qui cependant sont visibles en certains points, comme en *p*. Le contenu de ces glandes consiste en cellules cylindriques, qui mesurent de $0^{mm},010$ à $0^{mm},018$ en longueur sur $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$ en largeur (Robin), et dont les noyaux

ovoïdes mesurent $0^{mm},005$ sur $0^{mm},002$. Cet épithélium est notablement plus petit que celui qui recouvre la surface de la muqueuse. Les cellules pariétales sont perpendiculaires à la surface de la membrane propre, et paraissent alors, soit comme des bâtonnets parallèles entre eux, soit comme les carrés d'une mosaïque, suivant qu'on les observe de face ou de profil. Souvent, surtout chez les femmes adultes, au lieu de trouver des cellules cylindriques dans l'intérieur des glandes, on voit seulement des noyaux qui ont conservé leur disposition perpendiculaire à la paroi : c'est ce qu'on peut vérifier dans la figure 4 (500 diam.), où le contenu de la glande consiste en noyaux allongés, mesurant de $0^{mm},0064$ à $0^{mm},0096$ en longueur sur $0^{mm},0016$ à $0^{mm},002$ de largeur, entourés par une substance finement granuleuse. Le contenu des glandes est toujours identique avec le liquide visqueux, gluant, qui remplit la cavité de l'utérus, et nous reviendrons bientôt sur leurs éléments communs.

La seconde variété ou glandes composées, que M. Sappey assimile complétement aux glandes acineuses, ne s'observe avec son maximum de développement que dans le fond des sillons de l'arbre de vie. L'une de ces glandes composées est représentée fig. 6, 2, à un grossissement de 70 diamètres. Elles consistent en un conduit principal, qui présente parfois sur son trajet des culs-de-sac pariétaux, et se divise lui-même en deux ou plusieurs conduits secondaires, qui se terminent par des culs-de-sac multiples. Elles atteignent des dimensions considérables qui varient en longueur de $0^{mm},35$ à 1 millimètre et jusqu'à $1^{mm},5$; la largeur de la glande à son extrémité profonde est de $0^{mm},20$ à $0^{mm},25$. Chacun des culs-de-sac dont la glande entière se compose, présente absolument la même structure que ceux que nous venons de décrire ; quant aux conduits excréteurs, ils mesurent ordinairement $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$ en largeur. Ils se renflent parfois au point où ils se ramifient. Dans ces conduits, l'épithélium est indifférent comme position, et ne m'a pas paru aussi régulièrement perpendiculaire à la paroi que dans les culs-de-sac.

Telle est la disposition des glandes que nous avons vérifiée sur un assez grand nombre d'utérus de sujets âgés de huit à cin-

quante ans. Les préparations faites sur un utérus d'enfant nouveau-né, nous ont donné des résultats un peu différents; il n'y avait pas là de glandes conmposées ni de papilles, et les parties qu'on pourrait regarder comme des glandes simples rudimentaires, consistaient uniquement dans une dépression folliculaire de la muqueuse. Ces follicules existaient à la surface et dans les sillons de l'arbre de vie ; leur ouverture ou goulot en était la portion la plus large, et ils étaient tapissés par une couche simple d'épithélium cylindrique. L'épithélium qui mesurait $0^{mm},0210$ en longueur sur $0^{mm},0045$ à $0^{mm},0060$ en largeur, possédait des noyaux de $0^{mm},006$ à $0^{mm},009$ de long sur $0^{mm},003$ à $0^{mm},0045$ de large, et des nucléoles. Il était absolument semblable par ses dimensions avec celui qui tapissait la surface libre de la muqueuse. Nous avons figuré (fig. 5) une coupe de la muqueuse de cette petite fille, perpendiculaire à un sillon de l'arbre de vie *c*. Les dépressions folliculeuses *m*, *n*, aussi bien que le reste de la surface muqueuse, sont revêtues par une couche simple de cellules allongées, parallèles entre elles et perpendiculaires à la surface d'implantation. Les follicules du corps de l'utérus étaient exactement les mêmes que ceux du col dans ce cas. Chez les femmes âgées, les glandes sont presque partout remplacées par des œufs de Naboth.

A tous les âges, et même chez les enfants qui viennent de naître, la cavité du col utérin est remplie par ce liquide visqueux, gluant, transparent, de couleur blanche ou ambrée, dont les propriétés s'exagèrent encore pendant la grossesse pour former le bouchon gélatineux. Il s'enfonce dans toutes les dépressions et anfractuosités qui se trouvent entre les plis de l'arbre de vie, et les éléments qui le constituent sont les mêmes que ceux qu'on trouve dans les glandes, à l'exception des cellules à cils vibratifs, détachées de la surface muqueuse. En outre de ces derniers éléments, on y rencontre des cellules cylindriques avec leur noyau réfringent, de couleur jaune ambrée ; les mêmes noyaux ovoïdes, entourés d'une atmosphère granuleuse sans enveloppe de cellule, des noyaux libres dont quelques-uns deviennent granuleux, et enfin des granulations libres ou renfermées dans de grandes enve-

loppes (corpuscules granuleux de Gluge). Nous croyons que tous ces éléments sont une série de métamorphoses régressives des cellules cylindriques dont la membrane d'enveloppe, le contenu cellulaire et le noyau se détruisent successivement. Ces éléments sont au milieu d'une substance amorphe qui donne au liquide sa viscosité. Le liquide lui-même est alcalin et riche en mucine.

Ainsi, pour résumer les pages précédentes, nous voyons que le liquide visqueux du col est fourni par les glandes qui lui sont propres; que l'épithélium de ces glandes est cylindrique, très-long et mince chez les enfants nouveau-nés; qu'il est plus court du tiers ou de la moitié chez les femmes adultes, en conservant sa forme cylindrique; que souvent, chez ces dernières, il est réduit à des noyaux ; qu'arrivés dans la cavité du col, les éléments de ce liquide subissent une série de métamorphoses régressives. Nous verrons bientôt, en étudiant le contenu des œufs de Naboth, que l'épithélium des glandes peut se transformer plus profondément encore et revêtir les formes pavimenteuses, étoilées, etc.

§ 2. — Muqueuse de la portion vaginale du col.

La *muqueuse de la portion vaginale du col* se distingue de celle de la portion intra-cervicale par son *épithélium* qui devient pavimenteux et stratifié. Elle se limite, d'une part, à l'orifice du col, et de l'autre, se continue directement avec la muqueuse vaginale. Elle possède une couche épithéliale *t*, un chorion, des papilles *u* et des glandes *v*. (Voy. fig. 7, grossissement de 70 diamètres.)

Le *revêtement épithélial*, très-épais et solide, est composé, comme celui de l'œsophage ou vagin, par un grand nombre de couches, dont les plus superficielles possèdent des cellules polygonales et aplaties, de grande dimension, tandis que les plus profondes sont composées de cellules arrondies et petites, ou même seulement de noyaux.

Les *papilles u* forment partout un réseau semblable à celui de la peau ; elles ne s'élèvent pas, d'ordinaire, au-dessus de la muqueuse, et leur extrémité est enfouie au milieu des couches épi-

théliales. Elles possèdent un seul vaisseau capillaire, recourbé en anse. Ces papilles s'hypertrophient avec les vaisseaux qu'elles contiennent, dans une infinité de circonstances physiologiques ou morbides, dans la grossesse, dans la leucorrhée, dans le cancer du col à son début, etc. Dans tous ces cas, elles forment à la surface vaginale du col des saillies visibles, même à l'œil nu, et leurs vaisseaux sont injectés et variqueux. On trouve en outre, à l'état normal, au niveau de l'origine des glandules, quelques papilles libres et saillantes, semblables à celles de la portion intra-cavitaire du col.

Les *glandes* de la portion vaginale du col sont peu nombreuses, elles ont été niées par les uns et contestées par les autres, mais Ernst Wagner a mis leur existence hors de doute ; je les ai aussi rencontrées souvent (*v*, fig. 7). Elles siégent dans toute la portion vaginale, mais elles sont d'autant moins nombreuses qu'on s'éloigne de l'orifice du col. Leur longueur est de $0^{mm},5$ à 1 millimètre, leur largeur est de $0^{mm},08$ à $0^{mm},04$. Ce sont des glandes en tube simple, renflées à leur extrémité profonde et perpendiculaires à la surface du col ; elles possèdent une membrane propre difficile à bien voir, et une couche unique d'épithélium cylindrique ou cubique, dépourvue de cils vibratils. Elles sont placées au milieu d'un tissu fibreux dont les noyaux sont, comme pour les glandes de la portion intra-cavitaire, parallèles à leur axe longitudinal.

Ainsi les glandes de la portion vaginale du col sont semblables aux glandes simples de la portion intra-cavitaire. Toutes ces glandes diffèrent de celles de la muqueuse du corps utérin, en ce que ces dernières sont des follicules simples difficiles à bien voir pendant l'état de vacuité de l'utérus, et remarquables par les changements qu'elles subissent à l'époque des règles et de la gestation.

§ 3. — Kystes glandulaires du col, ou œufs de Naboth.

M. Charles Robin a démontré que les petits kystes régulièrement sphériques, dont la grosseur varie de celle d'une tête

d'épingle à un petit pois, remplis d'un liquide tenace, visqueux, ambré, qu'on trouve si fréquemment au col utérin, étaient dus à la distension des glandes par leur produit de sécrétion. D'après les observations de Wagner et de M. Sappey, dont j'ai pu vérifier l'exactitude, c'est par le fond de la glande que commence sa dilatation. Les œufs de Naboth s'observent à tous les âges, excepté dans les premières années ; ainsi nous en avons vu plusieurs chez une petite fille de huit ans, et un nombre assez considérable dans le col d'une jeune fille de seize ans non menstruée; mais ils sont surtout fréquents chez les femmes âgées, dont le col utérin en est quelquefois rempli de telle sorte que presque toutes les glandes sont devenues kystiques : leur siége le plus habituel est la portion intra-cavitaire entre les plis de l'arbre de vie, à la partie supérieure du col ou à son orifice externe; ils s'enfoncent parfois profondément dans le tissu du col, ce que la position des glandes qui viennent s'ouvrir au fond des sillons de l'arbre de vie nous explique parfaitement, et ils peuvent atteindre jusqu'à 1 centimètre de diamètre. Lorsqu'au contraire ils sont superficiels, ils font saillie à la surface de la muqueuse, et la tumeur que forment plusieurs d'entre eux contigus les uns aux autres, peut devenir l'origine d'un petit polype qui se pédiculise plus tard. Mais si leur siége ordinaire est la cavité cervicale, il n'en est pas moins vrai qu'on les observe aussi quelquefois dans la portion vaginale du col (1). Dans ces cas, la portion vaginale a subi presque toujours un degré plus ou moins considérable d'hypertrophie, les lèvres du museau de tanche sont tuméfiées, paraissent renversées en dehors, son orifice est dilaté, et lorsque les kystes folliculaires se sont développés en grand nombre sur la surface vaginale du col, il est facile de les apercevoir à l'examen au spéculum. Un pareil état s'accompagne souvent de congestions, d'hémorrhagies, de douleurs intolérables, qui semblent indiquer une intervention active du chirurgien. Tel est le cas suivant qui s'est offert cette année, dans le service de M. Chassaignac, à l'hôpital Lariboisière :

(1) M. Huguier a représenté un kyste glandulaire situé sur une des lèvres du museau de tanche dans son mémoire sur les kystes folliculaires de l'utérus (*Mémoires de l'Académie de médecine*, t. XVIII).

V..., âgée de quarante-huit ans, domestique, entre le 7 janvier 1864, dans la salle Sainte-Jeanne, n° 4. Elle est petite, maigre; ses règles se sont établies à l'âge de vingt et un ans, elle a eu un enfant à l'âge de vingt-six ans. En 1846, elle a été traitée pour une ulcération du col. Depuis trois ou quatre ans, elle a des pertes sanguines répétées, ses règles reviennent en outre toutes les trois semaines et durent plus longtemps; la malade a maigri beaucoup et ressent des douleurs assez vives pour l'empêcher de travailler. L'*amputation du col* est pratiquée le 1er février, par écrasement, après abaissement préalable de l'utérus. Pendant les jours qui suivirent l'opération, elle présente un peu de sensibilité du ventre et de la fièvre, sans hémorrhagies.

Actuellement, le 25 avril 1864, trois mois après l'opération, la malade se porte très-bien, se lève depuis longtemps, et les règles reviennent régulièrement.

M. Chassaignac eut l'obligeance de me donner le col amputé; voici quel fut le résultat de mon examen : Les lèvres du museau de tanche étaient considérablement hypertrophiées et son orifice agrandi; sur toute la surface vaginale, on voyait proéminer un grand nombre de kystes folliculaires de 1 à 2 millimètres de diamètre, d'où l'on faisait sortir, en les incisant, une gouttelette d'un liquide tenace, visqueux, transparent, de couleur d'ambre. De nombreuses coupes faites perpendiculairement à la surface malade, m'ont permis de constater les faits suivants : 1° l'existence de kystes folliculaires au-dessous d'un épithélium stratifié présentant tous les caractères de la portion vaginale du col; 2° la conservation d'un orifice non obstrué de ces œufs de Naboth, s'ouvrant à la surface de la muqueuse; et 3° l'existence de glandes en tube non dilatées dans leur voisinage.

Ces faits ont leur importance, car en voyant des œufs de Naboth à la surface vaginale du col, on peut se demander s'ils n'appartiendraient pas à la portion intra-cavitaire, renversée en dehors par l'hypertrophie des lèvres du museau de tanche; or, la présence d'une couche épaisse d'épithélium pavimenteux stratifié montre qu'on a bien réellement affaire à la portion vaginale, à moins de supposer une transformation complète de la muqueuse

renversée. On pourrait croire aussi que ce sont les prolongements des glandes de la portion intra-cavitaire du col, qui se sont distendues et rapprochées de la surface libre; mais la présence de glandes non dilatées ouvertes à cette surface, et l'ouverture même des glandes distendues (voy. fig. 7 et 8, grossissement de 70 diam.) détruisent complétement cette hypothèse, et démontrent que les œufs de Naboth de la surface libre du col prennent naissance dans les glandes de cette région.

M. Robin a montré que les œufs de Naboth, quelque remplis qu'ils soient, conservaient toujours leur orifice, dont les bords, il est vrai, étaient au contact comme ceux d'une boutonnière, mais ne pourraient opposer un obstacle sérieux à l'issue du liquide contenu, si ce dernier était plus fluide. Ces rétentions dans les glandes de leur produit de sécrétion reconnaissent en effet pour cause unique, dans l'utérus, la viscosité du liquide sécrété, et n'apportent aucune gêne, à moins qu'elles ne s'accompagnent d'hypertrophie du col et d'hémorrhagie. Là, comme dans tous les actes dits pathologiques, la limite qui sépare l'état physiologique de l'état morbide n'existe pas; il se passe au col utérin des phénomènes parallèles à ce qui a lieu dans l'acné de la face, affection due aussi à la rétention du produit de sécrétion des glandes sébacées : quelques boutons disséminés d'acne punctata passent inaperçus; mais qu'il s'ajoute à la rétention de la matière sébacée une irritation des conduits glandulaires, avec congestion des vaisseaux voisins, et nous aurons alors une maladie cutanée sérieuse, l'acne rosea, qui laissera observer entre elle et l'état normal toutes les nuances intermédiaires.

Virchow assimile de tout point les œufs de Naboth du col utérin à l'acné de la face (1), et il en reconnaît deux formes : l'une l'acné molluscoïde (c'est-à-dire par rétention simple), et l'autre à laquelle se joint un élément congestif et inflammatoire, l'acne indurata du col; c'est dans cette variété que rentre l'observation que nous venons de citer.

(1) Virchow, *Die krankhaften Geschwülste*, 1863, t. Ier, p. 237. La figure 36 de ce volume représente un cas d'acne indurata avec hypertrophie du col, rétroflexion et induration de l'utérus.

Lorsqu'on extrait le liquide qui remplit un œuf de Naboth, on remarque que plus le liquide est transparent et visqueux, moins il renferme d'éléments cellulaires en suspension. Ces éléments sont très-variés dans leurs formes et dans leurs dimensions : ce sont d'abord des cellules cylindriques, possédant même des cils vibratils (Robin) et des noyaux ovoïdes libres, réfringents et de couleur ambrée, semblables à ceux que nous avons notés dans l'intérieur des glandes (fig. 4), puis des éléments qui nous paraissent résulter d'une destruction des précédents par la distension, l'état vésiculeux des cellules, comme les éléments sphériques, pâles et légèrement granuleux, représentés fig. 10 ; de petites globules sphériques très-nombreux, à contours un peu rugueux, de $0^{mm},005$ à $0^{mm},007$ de diamètre, contenant des granulations grisâtres ou réfringentes, de nature graisseuse (*q*, fig. 10), et parfois de grandes cellules *x* distendues, contenant quatre ou un plus grand nombre de noyaux granuleux. Tels sont les éléments les plus communs dans ce liquide, mais on trouve plus rarement des formes dont il est difficile d'expliquer l'origine, tels que l'épithélium pavimenteux que E. Wagner a rencontré dans un cas, et les grandes cellules à prolongements multiples contenant un noyau et un nucléole, que Wagner et Henning ont signalées, et que nous avons vues aussi plusieurs fois et représentées en *o*, fig. 10.

Lorsque les kystes folliculaires coexistent avec un état catarrhal de la muqueuse du col, lorsque la cavité cervicale est pleine d'un liquide d'aspect purulent, ce qui s'offre si souvent dans les autopsies des phthisiques, les œufs de Naboth sont quelquefois remplis par le même liquide louche ressemblant au pus. Ce liquide, aussi bien celui de la surface du col que de l'intérieur des œufs de Naboth, renferme rarement des globules de pus ; quand on en trouve, ils sont peu nombreux, et dans certains cas on n'en rencontre aucun. Les éléments qui donnent au liquide son aspect laiteux et puriforme sont des cellules cylindriques ou prismatiques, formées en grande abondance à la surface libre de la muqueuse ou dans les glandes. Nous avons observé l'année dernière dans le service de notre excellent maître, M. Charcot, à l'hospice de la

Vieillesse (femmes), un catarrhe utérin avec formation de polypes contenant des œufs de Naboth remplis d'un liquide puriforme, chez une femme de soixante-treize ans, morte de tuberculisation pulmonaire. De son autopsie, remarquable à un autre titre par l'existence d'une pleurésie sanguinolente, avec néomembranes vascularisées et farcies de granulations miliaires, nous extrayons seulement ce qui a trait à l'utérus :

L'utérus est volumineux; sur son bord supérieur proéminent deux corps fibreux dont l'un est calcifié. En pressant l'utérus, on fait sourdre de l'orifice du col environ deux cuillerées d'un liquide épais, jaunâtre, ressemblant à du pus bien lié. Ce liquide examiné au microscope contenait *uniquement* des cellules cylindriques et prismatiques, dont quelques-unes subissaient la dégénération graisseuse; nous n'avons pas rencontré un seul leucocythe. La muqueuse de la portion vaginale du col était fortement congestionnée et présentait une exulcération superficielle à surface chagrinée. En ouvrant l'utérus, on aperçoit dans le col quatre polypes à pédicule étroit, à extrémité libre, renflés, dont le volume atteint celui d'une cerise. Ils sont vascularisés à leur surface et bosselés, ce qui est dû à la présence dans leur intérieur de petits kystes ou œufs de Naboth, dont les uns sont transparents et les autres pleins d'un liquide puriforme qui est identique dans ses éléments avec celui qui vient d'être décrit. La muqueuse du col contient aussi des œufs de Naboth, et dans les sillons de l'arbre de vie, des anfractuosités remplies de liquide de même nature. Des coupes faites sur cette muqueuse, après que la pièce eut séjourné quelques jours dans l'alcool, ont montré que les anfractuosités des sillons de l'arbre de vie étaient hérissées de papilles vasculaires plus nombreuses, plus longues et plus grêles qu'à l'état normal, dont les vaisseaux étaient injectés et la surface couverte d'épithélium prismatique. Les culs-de-sac glandulaires renfermaient les mêmes cellules épithéliales.

La production, sur les muqueuses, de petits kystes par rétention du produit de la sécrétion des glandes, n'est pas une propriété exclusive au col utérin, et il n'est pas sans intérêt de rapprocher ici des œufs de Naboth qui peuvent servir comme de type, les

formations du même ordre. Nous avons eu l'occasion de les observer un assez grand nombre de fois au bas-fond de la vessie dans les cystites du col si fréquentes à la Salpêtrière chez les paraplégiques et les gâteuses. M. Rayer les avait décrits depuis longtemps. Ces petits kystes, de la grosseur d'un grain de millet à un grain de chenevis, sphériques, siégent tantôt sur tout le bas-fond de la vessie, tantôt seulement autour de l'orifice uréthral comme une rangée de petites perles. Le liquide qu'elles contiennent, composé de cellules épithéliales, est tantôt transparent et visqueux, tantôt puriforme. Les bords de leur ouverture généralement conservée, sont le plus souvent le siége de papilles vasculaires saillantes. (Voir notre communication : *Comptes-rendus de la Société de biologie*, 1863 et *Gazette médicale*, 1863.) Il n'est pas rare de rencontrer sur la surface de l'intestin et de l'estomac des kystes muqueux analogues. Nous en avons montré de très-beaux échantillons à la Société de biologie et à la Société anatomique, où les glandes de l'estomac distendues par un mucus transparent et visqueux, avaient acquis un diamètre de 1 millimètre dans leurs dilatations sphériques. Wilson Fox (1), dans un excellent mémoire sur la gastrite chronique, que je ne connaissais pas encore, et Virchow, dans son livre *Des tumeurs* (p. 234), ont parfaitement décrit ces kystes et leur provenance, et les ont comparés aux œufs de Naboth du col utérin. J'ai eu dernièrement, moi-même, l'occasion de voir sur la muqueuse du pharynx atteinte d'inflammation et d'ulcérations syphilitiques, des kystes muqueux, dont l'un avait 3 à 4 millimètres de diamètre. C'est un processus tout à fait semblable, et dans des parties analogues aux glandes qui donne lieu, dans le cancer colloïde (*carcinoma areolare* de Fœrster) à la formation des petits kystes pleins d'un liquide visqueux qui en sont la caractéristique.

Lorsqu'une glande se laisse distendre par l'accumulation du liquide qu'elle secrète, cela résulte, ou d'un vice inhérent au produit de sécrétion, ou d'un obstacle siégeant dans son conduit excréteur. Le mucus du col utérin est le seul qui puisse, par

(1) *Contributions to the pathology of the glandular structures of the Stomach. Med. chir. Transact.* 1858.

sa tenacité, sa viscosité à l'état physiologique, donner lieu à des kystes de la première variété; dans les autres cas, le mucus des glandes a acquis une propriété qu'il ne possédait pas à l'état normal, ou bien les orifices des glandes sont comprimés par une augmentation d'épaisseur de la muqueuse, par la formation de papilles vasculaires qui, en s'hypertrophiant peuvent arriver au contact les unes des autres, etc., toutes lésions qu'on a l'habitude de réunir sous la dénomination commune d'inflammation.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE XIII.

Fig. 1. — Coupe du col utérin d'une jeune fille de vingt-et-un ans, n'ayant pas eu d'enfants; grossissement de 15 diamètres. *a*, glande simple de la surface; *b*, papille; *c*, dépression qui sépare deux plis de l'arbre de vie; *x*, fond des sillons, *d*, glandes s'ouvrant à la surface de la muqueuse qui tapisse ces dépressions. (Préparation durcie par l'acide chromique.)

Fig. 2. — Coupe du col d'une femme âgée; grossissement de 15 diamètres. *b*, papilles qui se trouvent en grand nombre à la surface de la muqueuse; *f*, cavités anfractueuses communiquant avec la partie profonde des dépressions qui séparent les plis de l'arbre de vie. Sur la paroi de ces cavités végètent des papilles *g*.

Fig. 3. — Elle représente, à un grossissement de 70 diamètres, la partie la plus profonde des sillons qui séparent les plis de l'arbre de vie, ainsi que les papilles *b*.

Fig. 4. — Elle représente un cul-de-sac d'une glande du col (*e*, 1, fig. 6) à un grossissement de 500 diamètres (obj. 9, oc. 2 de Hartnach). A la périphérie du cul-de-sac, se voient les corpuscules du tissu conjonctif *k*; la glande elle-même est formée d'une très-mince membrane propre, qu'on voit seulement en certains points, comme en *p*, et de cellules dont les noyaux seuls visibles sont, les uns, perpendiculaires à la paroi, comme en *r*, les autres vus de face, *z*.

Fig. 5. — Coupe de la muqueuse utérine d'un enfant nouveau-né, grossissement de 70 diamètres; *c*, sillon qui sépare deux plis de l'arbre de vie; la muqueuse présente à sa surface des follicules simples *m*, qui sont tapissés par de l'épithélium cylindrique.

Fig. 6. — Glandes composées obtenues, comme le cul-de-sac représenté fig. 4, en faisant bouillir la pièce dans l'acide tartrique. Grossissement de 70 diamètres. La glande 1 présente deux culs-de-sac et l'origine d'un troisième qui se voit à droite; elle était située à la surface de la muqueuse, tandis que la glande 2 venait se rendre au fond d'un sillon. Cette dernière présente un conduit excréteur principal qui donne naissance à plusieurs culs-de-sac, et deux conduits secondaires qui se divisent eux-mêmes en plusieurs culs-de-

sac; *x*, extrémité profonde du sillon au point où commence le conduit excréteur de la glande.

FIG. 7. — 70 diamètres. Coupe d'un œuf de Naboth situé à la portion vaginale du col; *v*, glande de la portion vaginale; *u*, papilles; *t*, épithélium stratifié de cette même portion; *s*, œuf de Naboth.

FIG. 8. — Même grossissement, même signification des lettres que dans la précédente. On voit l'orifice non oblitéré de la glande distendue, par où s'échappe le liquide épais qu'elle renferme.

FIG. 9. — 450 diamètres (obj. 9, oc. 2 de Hartnach); *h*, cellules cylindriques à cils vibratils qui tapissent la surface de la muqueuse; *j*, noyaux et cellules du mucus glaireux que secrètent les glandes du col.

FIG. 10. — 500 diamètres. Éléments du liquide des œufs de Naboth; *o*, cellule à prolongements multiples; *q*, petites cellules granuleuses; *x*, cellule renfermant plusieurs noyaux.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES CAUSES DE LA COLORATION ROUGE

DES TISSUS ENFLAMMÉS

Par A. ESTOR et C. SAINT-PIERRE

Professeurs agrégés à la Faculté de médecine de Montpellier.

I

La physiologie pathologique de l'inflammation est loin de nous renseigner sur la cause réelle de la coloration rouge des parties enflammées.

Nous trouvons dans le traité de physiologie pathologique de M. Lebert, le passage suivant: « Nous avons signalé, dans nos » expériences sur les animaux, la rougeur diffuse des parties en- » flammées. Nous avons aussi rencontré habituellement ce même » phénomène dans tous les divers organes phlegmasiés de » l'homme. Un des premiers effets de la stase capillaire est que » la matière colorante du sang ne reste plus exclusivement dans » l'intérieur des globules sanguins; elle se répand dans le sérum » du sang et transsude à travers les parois capillaires, pour infil-

» trer le parenchyme des tissus et des organes. *C'est ce qui » donne aux parties enflammées la rougeur diffuse qui, tout » en suivant le trajet des vaisseaux, peut devenir presque géné- » rale.* Elle diffère essentiellement de la rougeur que l'on ren- » contre le long d'un certain nombre de vaisseaux, chez des ani- » maux auxquels on a injecté du pus dans le sang, en ce que cette » dernière provient non d'une infiltration de matière colorante, » mais *d'une infiltration de globules sanguins* et de sang décom- » posé, sortis directement des capillaires par rupture multiple (1). »

M. Lebert, dans son *Traité d'anatomie pathologique*, modifie ses opinions, à cet égard, de la manière suivante : « La rou- » geur, dit-il, dépend de l'accumulation des globules rouges » du sang dans les vaisseaux capillaires, dans les petites artères » et dans les petites veines, et sa teinte quelquefois diffuse trouve » sa cause dans l'exsudation de la partie du sang, tenant en sus- » pension la matière colorante. (2) »

« L'accroissement de la rougeur, dit Vögel, symptôme qui ne » manque jamais dans la congestion, est expliqué suffisamment » par la dilatation des vaisseaux capillaires, c'est-à-dire par » l'admission d'une plus grande quantité de globules du sang » dans leur intérieur. (3) » Immédiatement après, Vögel est forcé d'ajouter : « mais on le rencontre aussi dans des cas où l'affluence du sang n'a point augmenté. »

En 1862, M. Cruveilhier écrit encore : « Dans la rougeur inflammatoire il n'y a pas seulement stase sanguine, mais bien obturation du réseau capillaire. (4) »

La plupart des classiques ont accepté ces explications mécaniques : La dilatation des capillaires, l'accumulation des globules, l'exsudation, trouve-t-on dans le *Dictionnaire* de Nysten, sont trois phénomènes qui sont la cause de la rougeur, de la tuméfaction et de la douleur. »

Il est inutile de faire aujourd'hui remarquer que la dilatation

(1) *Physiologie pathologique*. Paris, 1845, t. I, p. 12.

(2) *Traité d'anatomie pathologique générale et spéciale*, t. I, p. 28.

(3) *Anatomie pathologique générale de l'encyclopédie anatomique*, p. 479.

(4) *Traité d'anatomie pathologique générale*, t. IV.

des capillaires, l'accumulation des globules, et surtout la stase sanguine et l'obturation du réseau capillaire, ne peuvent rendre compte de la couleur rutilante des tissus enflammés. Depuis les expériences de Bruch, il est parfaitement démontré qu'à l'oxygène seul est due la couleur rouge du sang artériel, et que l'acide carbonique « ne restaure pas autrement la couleur foncée naturelle du sang, que toute autre influence qui chasse l'oxygène ». Le sang rutilant devient foncé si on enlève l'oxygène à l'aide de la machine pneumatique, mais le sang noir ne devient pas plus clair si on supprime l'acide carbonique. Le sang veineux est plus foncé que le sang artériel, par cela seul qu'il est plus pauvre en oxygène. Il est donc évident que la dilatation des capillaires ne peut produire l'aspect rutilant d'un tissu enflammé, que tout autant qu'elle est due à l'accumulation d'un sang rutilant lui-même, c'est-à-dire contenant une plus grande quantité d'oxygène qu'à l'état normal : l'accumulation d'un liquide foncé ne produirait jamais qu'une coloration foncée. Quant à la stase sanguine et à l'obturation du réseau capillaire, elles sont complétement incapables de rendre compte des phénomènes observés. En supposant même que les vaisseaux intéressés fussent primitivement distendus par un sang rutilant, l'oxygène est trop avide de combinaisons pour ne pas se fixer en abandonnant rapidement ces globules enrayés dans leur marche ; pour ne pas rendre au sang, par sa brusque disparition, sa couleur naturelle foncée.

Les progrès récents de la physiologie devaient nécessairement conduire à d'autres résultats ; il est impossible d'examiner avec soin les phénomènes hypérémiques de l'inflammation, sans être frappé de la ressemblance qu'ils présentent avec les phénomènes observés dans les glandes pendant leur activité fonctionnelle. Tout le monde connaît la proposition émise, dès 1858, par M. Claude Bernard : « A l'état normal ou physiologique, le sang veineux des glandes est rutilant quand ces organes expulsent le produit de leur sécrétion ; il est noir, quand ces mêmes glandes n'expulsent rien et sont dites en état de repos. (1) » La coloration

(1) Communication faite à l'Académie des sciences dans la séance du 25 janvier 1858.

rutilante a été attribuée à une quantité anormale d'oxygène, et l'expérience a parfaitement confirmé ces prévisions. Dans une première série de recherches sur les vaisseaux du rein, M. Claude Bernard a obtenu les résultats suivants, relativement aux quantités d'oxygène, calculées pour 100 volumes de sang : sang veineux rouge 17,26; sang artériel 19,46; sang veineux noir 6,40; dans une seconde, sur le même organe : sang veineux rouge 16; sang artériel 17,44; sang veineux noir 6,44 (1).

Des propriétés analogues ont été observées dans le sang veineux de la tête, chez les animaux qui ont préalablement subi la section du grand sympathique dans la région cervicale. Les expériences de M. Cl. Bernard montrent qu'après la section du grand sympathique, la circulation s'accélère considérablement, la température augmente et le sang veineux revient rouge. Si on galvanise le bout périphérique, la circulation diminue d'intensité, les vaisseaux se resserrent et la température baisse en même temps que le sang devient très-noir.

Il était naturel de penser que les tissus enflammés présentent des phénomènes analogues à ceux que nous offrent le rein à l'état de fonction, ou les organes privés de l'action du grand sympathique : dilatation des capillaires, passage dans le même temps d'une quantité plus considérable de sang, passage s'effectuant avec une rapidité telle que le sang artériel n'a pas eu le temps de devenir veineux et de se dépouiller de son oxygène pour prendre à la place de l'acide carbonique; mais l'expérience seule pouvait donner à ces suppositions un caractère scientifique rigoureux.

En conséquence, nous avons institué les expériences suivantes :

II

Nous opérons sur des chiens, le lapin nous ayant paru un animal dont les veines sont de trop petit calibre pour le jeu des instruments. — Nous commençons par déterminer sur un des membres postérieurs du chien une inflammation vive à l'aide de cauté-

(1) *Journal de physiologie* de Brown-Sequard, t. I (1858), p. 664.

risations transcurrentes énergiques, ou par l'action de l'eau bouillante. Après un temps qui a varié de trente à cinquante heures, une fois l'inflammation franchement établie, nous étudions comparativement le sang veineux pris sur la même veine du membre sain et du membre malade. A cet effet, nous plaçons une canule à robinet dans la veine crurale et à l'aide d'une seringue graduée, préalablement chauffée de 35 à 40 degrés, nous soutirons 15 centimètres cubes de sang; nous faisons ensuite passer ce sang, dans une cloche renversée sur le mercure, et contenant de 20 à 25 centimètres cubes de gaz oxyde de carbone; nous agitons pendant huit à dix minutes, et nous plaçons le tout dans une étuve dont la température est maintenue environ deux heures entre 30 et 40 degrés; nous agitons encore de temps en temps pendant ces deux heures de séjour de la cloche dans l'étuve.

On sait, d'après les travaux de M. Cl. Bernard, que l'oxyde de carbone déplace, volume à volume, l'oxygène du sang ; il ne reste donc plus qu'à doser cet oxygène. Nous l'avons fait dans quelques expériences à l'aide de l'acide pyrogallique, et dans les autres avec le phosphore, ce qui nous a permis d'opérer les lectures sur la cuve à eau. Dans les expériences faites avec l'acide pyrogallique sur le mercure, nous avons préalablement dosé ou éliminé l'acide carbonique par la potasse. Nos résultats ont été ramenés au volume à 0 degré et sous la pression normale de 760 millimètres, puis rapportés à 100 volumes de sang.

Expérience I. — *Sur un chien de berger, très-robuste, pour déterminer la proportion normale d'oxygène contenu dans le sang des vaisseaux cruraux à l'état sain.* (5 mai 1864.)

Ce chien était de grande taille et d'une force remarquable. Nous mettons à nu les vaisseaux à la cuisse droite, et nous prenons d'abord 15 centimètres cubes de sang à la veine crurale, et presque au même instant 15 centimètres cubes de sang artériel à l'artère crurale du même côté.

Les gaz recueillis sur le mercure dans des cloches, préalablement chargées d'oxyde de carbone, selon le procédé indiqué ci-dessus, sont dosés. Le rapport corrigé a donné.

Sang artériel.	Pour 100 vol. de sang........	6,66 oxygène.
Sang veineux.	*Id*................	3,32 —

Cette expérience nous ayant donné des proportions d'oxygène très-notablement inférieures à celle que M. C. Bernard a signalées dans ses recherches, nous fûmes disposés à attribuer cette différence à quelque imperfection dans notre manière d'opérer. Cependant, après plusieurs expériences concordantes, nous avons été forcés d'admettre que le sang des vaisseaux cruraux ne contient pas à l'état normal, chez le chien, des proportions plus considérables d'oxygène.

Pour ne pas laisser subsister le moindre doute sur ce fait, nous avons entrepris, durant le cours de nos recherches sur l'inflammation, une série d'expériences sur les gaz du sang chez le chien. Nous avons constaté ainsi que les proportions d'oxygène, comme celles d'acide carbonique, varient dans les diverses parties du corps, et nous avons même établi que chez un animal soumis à l'hémorrhagie artérielle jusqu'à la mort, la quantité d'oxygène va en diminuant; de telle sorte que du sang pris (sur l'artère aorte au niveau de l'artère rénale) à divers intervalles pendant l'hémorrhagie artérielle, que ce sang, disons-nous, devient de moins en moins riche en oxygène à mesure que l'on s'approche de la mort. Nous aurons occasion de signaler ailleurs nos expériences sur ces divers sujets.

Quoi qu'il en soit, un des meilleurs moyens de nous mettre en garde contre toute erreur de notre part dans l'appréciation des gaz du sang, consistait à répéter l'expérience de M. Cl. Bernard sur le sang des vaisseaux du rein. Nous l'avons fait ci-après.

Expérience II. — *Sur les gaz contenus dans le sang des vaisseaux du rein à l'état physiologique chez un chien de moyenne taille.* (17 mai 1864.)

Nous avons trouvé pour 100 vol. de sang :

Artère rénale........................	17,78	d'oxygène.
Veine rénale........................	15,00	—

Ces nombres rentrent dans la moyenne de ceux qu'a donnés M. Cl. Bernard, et nous croyons pouvoir accorder toute confiance à notre mode d'opérer. Si nous allons trouver dans les expériences

suivantes des quantités d'oxygène très-faibles, cela tient à ce que, dans les membres, il y en a réellement très-peu. Nos résultats d'ailleurs sont parfaitement conformes aux lois posées par M. Brown-Sequard (1). « Certains organes, dit ce physiologiste, » ont besoin de beaucoup d'oxygène pour le maintien de leurs » propriétés vitales : tels sont l'encéphale et la moelle épinière; » d'autres au contraire n'en réclament que très-peu : tels sont les » muscles et presque tous les organes contractiles. » Les muscles et les organes contractiles constituant la presque totalité des membres, il est naturel que les proportions d'oxygène soient très-faibles dans les membres.

Nous ferons remarquer, enfin, combien nous sommes loin d'attacher aux résultats numériques des expériences physiologiques de cet ordre une rigueur absolue; s'il existe des causes d'erreur, ces causes agissent dans le même sens, et les expériences comparatives reprennent toute leur valeur.

III

Voici nos expériences dans l'inflammation :

EXPÉRIENCE III.—*Sur une chienne, poil ras, de taille moyenne, cautérisée à la patte droite, opérée trente heures après la brûlure*. (16 mars.)

Nous avons dosé, à part l'oxygène du sang veineux, celui du sang artériel pris à l'artère crurale du membre sain. A la simple vue, nous avons constaté que le sang veineux du côté enflammé était plus rouge que celui du membre sain, mais cependant moins rutilant que le sang artériel. Le rapport était après correction :

Pour 100 vol. de sang artériel	7,20	d'oxygène.
— sang veineux (côté enflammé).	4,80	—
— sang veineux (côté sain)	2,40	—

(1) *Journal de physiologie* 1858. *Sur les propriétés du sang rouge et du sang noir.*

Expérience IV.

Ayant laissé le sang dans l'étuve pendant quarante-huit heures, au contact de l'oxyde de carbone, nous n'avons plus trouvé trace d'oxygène, mais un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Si nous signalons cette expérience perdue, c'est que nous avons pu établir qu'à la température ordinaire du laboratoire, pendant les mois de mars et d'avril (+ 12 degrés à + 18 degrés) le sang bien battu avec l'oxyde de carbone et renfermé sous une cloche, a pu se conserver pendant vingt-quatre heures rutilant, sans présenter les caractères de la putréfaction. Après ce délai, l'expérience est toujours compromise ou perdue.

Expérience V. — *Sur un gros chien, quarante-huit heures après la cautérisation de la patte gauche.* (février 1864.)

A la simple vue, le sang du côté brûlé était notablement rutilant, nous y avons distingué surtout des stries rouges. Le rapport de l'oxygène était le suivant :

Pour 100 vol. de sang veineux (côté enflammé).	4,74	d'oxygène.
— — (côté sain).....	2,37	—

Expérience VI. — *Sur un chien de chasse, de taille moyenne, dont on avait cautérisé la patte gauche quarante-huit heures avant l'expérience.* (4 février.)

Il y avait après correction :

Pour 100 vol. de sang veineux (côté enflammé).	6,01	d'oxygène.
— — (côté sain).....	2,41	—

Expérience VII. — *Sur un chien de berger, quarante heures après la brûlure de la patte gauche.* (26 mars.)

Le sang nous a présenté les caractères de l'expérience V. Nous avons trouvé en centièmes :

Pour 100 vol. de sang veineux (côté enflammé).	3,60	d'oxygène.
— — (côté sain).....	2,40	—

Expérience VIII. — *Sur une chienne cautérisée à la patte gauche; analyse faite cinquante heures après la brûlure.* (Mars 1864.)

Nous avons trouvé :

Pour 100 vol. de sang veineux (côté enflammé). 6,04 d'oxygène.
— — (côté sain)..... 2,40 —

Le tableau suivant résume ces expériences :

Quantités d'oxygène trouvées dans 100 volumes de sang des vaisseaux cruraux du chien.

EXPÉRIENCES.	SANG VEINEUX.		SANG artériel.	TEMPS écoulé depuis la cautérisation.	OBSERVATIONS.
	côté enflammé.	côté sain.			
I.		3,33	6,66	état sain.	sujet robuste, côté droit, état sain.
III.	4,80	2,40	7,20	30 heures.	côté droit.
V.	4,74	2,37		48 —	côté gauche.
VI.	6,01	2,41		48 —	côté gauche.
VII.	3,60	2,40		40 —	côté gauche.
VIII.	6,04	2,40		50 —	côté gauche.

Les expériences précédentes, dans lesquelles nous avons fait varier le côté opéré et le temps pendant lequel nous laissions l'inflammation s'établir, nous permettent d'affirmer par la constance des résultats la présence, dans le sang veineux des parties enflammées, d'une proportion d'oxygène supérieure à celle du sang veineux normal.

IV

Quant à l'acide carbonique contenu dans le sang, on sait qu'il varie notablement suivant les régions et suivant l'état physiologique du sujet. Le sens de sa variation dans l'inflammation nous a paru le même que celui de l'oxygène.

Expérience IX. — *Recherche de l'acide carbonique chez un chien cautérisé à la cuisse droite.* (18 mars.)

Le rapport a été le suivant :

Pour 100 vol. de sang veineux	(côté enflammé).	6,73	acide carbonique.
— —	(côté sain).....	5,60	—

Enfin, sur le chien de l'expérience VI (du 4 février) le rapport a été :

Pour 100 vol. de sang veineux	(côté enflammé).	7,30	acide carbonique.
— —	(côté sain).....	5,70	—

Nous n'osons rien conclure de ces nombres, si ce n'est à l'augmentation de l'acide carbonique dans le sang qui sort des parties enflammées.

Nous ferons simplement remarquer que M. Cl. Bernard a montré qu'on ne trouve jamais, dans le sang veineux, une quantité d'acide carbonique qui réponde à la quantité d'oxygène disparue.

Nous concluons des expériences précédentes :

1° A la simple vue, quand l'inflammation est vive, et dans les gros vaisseaux, le sang veineux du côté enflammé est plus rouge que celui du côté sain ;

2° Le sang veineux du côté enflammé renferme constamment une proportion plus grande d'oxygène. L'oxygène étant = 1 pour le membre sain devient = de 1,50 à 2,50 pour le membre enflammé ;

3° Le sang du côté enflammé contient aussi plus d'acide carbonique ;

4° Comme à une plus grande quantité d'oxygène correspond, on le sait, une coloration plus ou moins rutilante du sang veineux, nous concluons que c'est à l'état rutilant de ce sang veineux qu'il faut attribuer la couleur rouge des parties enflammées.

SUR LE RAPPORT

DE LA

CAPACITÉ DE CHAQUE OREILLETTE

AVEC CELLE DU VENTRICULE CORRESPONDANT

PAR MM. HIFFELSHEIM ET CH. ROBIN

Membres de la Société de biologie; etc.

Pour obtenir la capacité des cavités cardiaques, on les remplit avec de la cire et on mesure le volume d'eau déplacé par le moule de chacune d'elles. Avant d'injecter la matière fondue, on lie solidement tous les vaisseaux auriculaires et ventriculaires, à l'exception de ceux par lesquels on doit pousser l'injection. Il est bon de poser une ligature d'attente sur les vaisseaux de celui des deux cœurs qu'on veut remplir le dernier, parce que, en cas de persistance du trou de Botal, on aurait là une fuite. Il arrive, en effet, une fois sur six ou sept chez l'homme, que cet orifice persiste et qu'on remplit les deux cœurs par un seul vaisseau.

Il importe de choisir des cœurs sur lesquels la rigidité cadavérique a cessé, ou, chez les animaux domestiques, de faire l'injection avant qu'elle soit survenue.

Lorsqu'on fait l'injection par l'aorte ou par l'artère pulmonaire, il faut avoir soin d'engager la canule entre les valvules sigmoïdes, sans quoi elles arrêtent absolument l'injection. Dans ces conditions, les valvules auriculo-ventriculaires ont toujours laissé passer nos injections du ventricule dans l'oreillette, même lorsque nous les avons poussées brusquement dans le premier avec une grosse canule. La replétion des oreillettes s'obtient toujours aussi parfaitement de la sorte que dans les cas où l'on injecte par une veine pulmonaire ou par la veine-cave supérieure.

Lorsque de l'air est resté dans la cavité du cœur ou dans la canule, il vient se loger dans les aréoles des auricules, qu'il faut avoir soin de laisser libres de toute compression pendant la durée de l'injection. A la fin de celle-ci, une piqûre d'aiguille sur la partie la plus saillante de l'auricule fait échapper l'air, qui est remplacé par la cire; on arrête la fuite de celle-ci par le petit

orifice de la piqûre en versant de l'eau froide, en même temps qu'on pose un doigt sur ce point. D'autrefois, c'est par une injection complémentaire faite avec une petite seringue, après la solidification de la cire, qu'on remplit les aréoles de l'auricule dont on chasse l'air par l'orifice pratiqué dans le but d'y introduire ensuite la canule. La masse à injection la plus facile à manier se compose de deux à trois parties de cire pour une de suif. L'isolement du moule de chaque cavité ne peut se faire que deux à trois heures après l'injection, temps nécessaire pour la solidification convenable de celle-ci jusqu'au centre des ventricules chez l'adulte.

Le procédé le plus simple pour prendre la masse du moule de chaque cavité, consiste à mesurer la quantité d'eau qu'il déplace dans une éprouvette graduée, dont chaque division indique un, deux ou cinq centimètres cubes. On obtient l'immersion complète du moule en le plongeant dans le liquide de l'éprouvette, à l'aide d'un fil de fer planté à son extrémité.

Ce procédé est plus exact que celui qui consiste à peser les moules, parce que la cire englobe presque toujours des caillots dont il est impossible de débarrasser complétement les aréoles des ventricules, même en y faisant passer un courant d'eau. Ce procédé permet en outre de comparer entre eux des moules de cœur injectés avec des matières de densités différentes.

L'isolement du moule des oreillettes est facile; celui du moule des aréoles auriculaires et de celles qui sont près de l'abouchement des veines coronaires, est long et minutieux. Cette portion du moule ne s'obtient que par fragments qu'on colle à la masse principale, ou en laissant quelques portions des minces parois et trabécules auriculaires, ce qui fait que le chiffre obtenu pour la capacité des oreillettes est plutôt un peu trop fort que trop faible. Avant de fendre les parois auriculaires, il faut avoir soin de disséquer un peu leurs fibres musculaires disposées en anneaux vers les orifices veineux, et de trancher le prolongement du moule dans la veine, au niveau du point où s'arrêtent ces fibres rouges. Le prolongement dans l'espace infundibuliforme intervalvulaire se brise à sa partie la plus étroite. L'isolement du moule ventricu-

laire est toujours long et difficile parce que les colonnes musculaires et leurs tendons engagés dans la cire, restent en partie enfoncés dans le moule. On perd toujours au moins 1 ou 2 centimètres cubes de ces fragments en isolant le moule dans le voisinage de la pointe des ventricules chez l'adulte, ce qui fait que là, le chiffre obtenu pour la capacité ventriculaire est toujours trop faible de 2 à 3 centimètres cubes au moins. En outre, dans les ventricules, il reste des espaces inter-trabéculaires dans lesquels l'injection ne pénètre pas. Chez les nouveau-nés, les enfants, les chiens et les lapins l'isolement des moules est bien plus facile.

Après avoir mesuré le volume d'eau que le moule ventriculaire déplace, on le brise en fragments, de manière à isoler complétement de la masse les faisceaux et trabécules musculaires, opération longue mais sans difficultés, et qui se termine sans perte de ces prolongements des parois ventriculaires; on mesure ensuite le volume de ceux-ci et on le retranche du nombre de centimètres cubes d'eau déplacé par la masse totale retirée du ventricule.

On obtient ainsi exactement le chiffre de la capacité ventriculaire, c'est-à-dire de l'espace qui peut être occupé par du sang.

Dans le plus grand nombre des cas, le moule isolé du ventricule droitre tient 10 centimètres cubes de faisceaux musculaires et tendineux, et on en retire 12 centimètres cubes du moule du ventricule gauche. Dans quelques cœurs, le volume de ces faisceaux s'élève à 15 centimètres cubes dans le ventricule droit, et à 17 centimètres cubes dans le ventricule gauche. Ce sont les nombres maximum obtenus. La masse de ces prolongements intraventriculaires n'est pas en rapport avec le volume du cœur injecté, avec la capacité des ventricules, mais avec l'épaisseur de leurs parois; en sorte que des moules ventriculaires volumineux donnent un chiffre relativement petit pour le volume des faisceaux et trabécules qu'ils englobaient.

Dans le tableau suivant, nous n'avons rapporté que les mesures obtenues (en *centimètres cubes*) dans les conditions indiquées précédemment. Nous avons rejeté celles prises sur l'homme et des lapins, dans lesquelles nous avions d'abord omis de retirer des moules ventriculaires le réseau des colonnes charnues qu'ils retiennent.

Nous avons laissé de côté aussi celles qui avaient été prises sur des cœurs dont quelque accident avait fait moins bien réussir l'injection dans les cavités droites que dans les cavités gauches, ou *vice versâ*, quoique le côté convenablement injecté nous eût donné des nombres analogues à ceux que nous rapportons.

	Côtés.	Oreillettes.	Ventricules.	Différence.
N° 1.	Droit.	150	180	30 ou :: 1 : 1,20
	Gauche ...	110	168	58 ou :: 1 : 1,52
	Différence.	40 ou :: 1,36 : 1	12 ou :: 1,07 : 1	
N° 2.	Droit.	160	190	30 ou :: 1 : 1,18
	Gauche ...	120	143	23 ou :: 1 : 1,19
	Différence.	40 ou :: 1,33 : 1	47 ou :: 1,33 : 1	
N° 3.	Droit.	140	160	20 ou :: 1 : 1,14
	Gauche ...	100	168	68 ou :: 1 : 1,68
	Différence.	40 ou :: 1,40 : 1	— 8 ou :: 1 : 0,95	
N° 4.	Droit.	110	170	60 ou :: 1 : 1,54
	Gauche ...	100	158	58 ou :: 1 : 1,58
	Différence.	10 ou :: 1,10 : 1	12 ou :: 1,07 : 1	
N° 5.	Droit.	185	230	45 ou :: 1 : 1,24
	Gauche ...	130	212	82 ou :: 1 : 1,63
	Différence.	55 ou :: 1,42 : 1	18 ou :: 1,08 : 1	
N° 6.	Droit.	27	32	5 ou :: 1 : 1,10
	Gauche ...	25	30	5 ou :: 1 : 1,20
	Différence.	2 ou :: 1,08 : 1	2 ou :: 1,09 : 1	
N° 7.	Droit.	16	18	2 ou :: 1 : 1,12
	Gauche ...	15	17	2 ou :: 1 : 1,13
	Différence.	1 ou :: 1,09 : 1	1 ou :: 1,05 : 1	
N° 8.	Droit.	7	8	1 ou :: 1 : 1,14
	Gauche ...	4	6	2 ou :: 1 : 1,50
	Différence.	3 ou :: 1,75 : 1	2 ou :: 1,33 : 1	
N° 9.	Droit.	10	10	0,00
	Gauche ...	5	7	2 ou :: 1 : 1,40
	Différence.	5 ou :: 2 : 1	3 ou :: 1,42 : 1	
N° 10.	Droit.	5	6	1 ou :: 1 : 1,20
	Gauche ...	5	5	0,00
	Différence.	0	1 ou :: 1,20 : 1	
N° 11.	Droit.	40	45	5 ou :: 1 : 1,12
	Gauche ...	30	35	5 ou :: 1 : 1,16
	Différence.	10 ou :: 1,33 : 1	10 ou :: 1,28 : 1	

Le n° 1 était le cœur d'un homme de quarante-cinq ans, mort de rétrécissement œsophagien : volume ordinaire ; cœur droit injecté par la veine cave supérieure, cœur gauche par l'aorte.

Le n° 2 était le cœur d'un homme de trente-huit à quarante ans, mort d'une perforation de l'estomac dans le cours d'une fièvre typhoïde : cœur volumineux ; cœur gauche injecté le premier par l'aorte, cœur droit par l'artère pulmonaire.

Le n° 3 était le cœur d'une femme de trente-trois ans, morte de pneumonie, dont le trou de Botal ouvert a laissé remplir toutes les cavités en poussant l'injection par l'aorte seule.

Le n° 4 était le cœur d'un homme de quarante ans, mort de méningite : cœur droit injecté le premier par l'artère pulmonaire, cœur gauche par l'aorte.

Le n° 5 était le cœur d'un charpentier âgé de vingt-huit ans, de taille moyenne, mais vigoureux, trappu, mort en quatre à cinq jours des suites d'une chute, avec fracture de la colonne vertébrale. Le cœur était énorme, flasque, avec quelques caillots dans les deux ventricules. Les chiffres bruts ont été 240 centimètres cubes pour le moule du ventricule droit, et 225 pour le ventricule gauche, mais nous avons retiré 10 centimètres cubes de colonnes charnues et de tendons valvulaires du moule du premier, et 13 centimètres de celui du second, ce qui les réduit au chiffre porté sur le tableau. (Voy. p. 416.)

Les n°s 3 et 4 nous ont donné, en chiffres bruts, 170 centimètres cubes pour le moule du ventricule droit du premier et 185 pour celui du second ; les colonnes charnues et tendineuses retirées de ces moules fournirent une masse de 10 centimètres cubes dans le premier et de 15 centimètres cubes dans le second ; les moules des ventricules gauches déplaçaient 180 centimètres cubes pour le n° 3, et 175 pour le n° 4 ; le premier a fourni 12 centimètres cubes de colonnes musculaires, et le second 17 centimètres cubes, qui retranchés des chiffres précédents donnent les nombres portés au tableau.

Chez tous, les valvules étaient entièrement saines.

Le n° 6 était le cœur d'un enfant de deux ans, très-émacié, mort de diarrhée chronique. L'injection poussée par l'artère pul-

monaire a rempli le cœur droit, puis le gauche, par le trou de Botal.

Le n° 7 était le cœur d'un enfant de sept mois, gros pour cet âge, mais émacié.

Les n°s 8 et 9 étaient des cœurs de mort-nés n'ayant pas respiré. On avait pratiqué la respiration artificielle sur ce dernier : le bord antérieur de chacun de ses poumons offrait de nombreuses et volumineuses vésicules d'emphysème ; les tissus ne présentaient pas trace de putréfaction. Ce nouveau-né était très-gros, potelé ; l'autre (n° 8) était plus petit et maigre. L'injection a été pratiquée par la veine cave supérieure chez tous les deux, le cœur restant enfermé dans le péricarde intact.

Le n° 10 était le cœur d'un lapin de moyenne grosseur, rempli par la veine cave inférieure et par l'aorte, le péricarde non ouvert.

Le n° 11 était le cœur d'un chien de chasse dont les quatre cavités ont été remplies séparément, les valvules auriculo-ventriculaires ayant empêché le reflux de la cire du ventricule dans l'oreillette correspondante. L'animal avait été tué par la strychnine ; le cœur, rempli quarante-huit heures après la mort, ne contenait point de caillots ; ses parois étaient flasques, sans rigidité cadavérique.

Résultats généraux. — Un coup d'œil jeté sur le tableau précédent montre que chaque oreillette est plus petite que le ventricule qui lui correspond.

Chez l'adulte, la capacité de chaque ventricule l'emporte d'un cinquième, d'un quart ou d'un tiers sur celle de l'oreillette qui lui correspond.

Cette différence est sensible dès le naissance ; elle est établie dès la deuxième année ; elle va en augmentant un peu avec l'âge, surtout dans le cœur gauche.

Chez l'adulte, et parfois chez les nouveau-nés, cette prédominance de la capacité ventriculaire sur celle de l'oreillette diffère ordinairement à droite et à gauche dans un même cœur. Neuf fois sur dix cette prédominance est plus grande à gauche qu'à droite ; la capacité de l'oreillette représente les deux tiers de celle du ventricule à gauche et les quatre cinquièmes à droite.

Elle s'est montrée avec les mêmes rapports que chez l'homme

à peu de chose près, dans le cœur d'un chien et dans celui d'un lapin.

On remarquera la petitesse de l'oreillette gauche par rapport au cœur droit chez les mort-nés à terme (n°s 8 et 9), mais comme le ventricule gauche est d'un très-faible contenu aussi, leur différence de capacité est à peu près la même qu'elle sera chez l'adulte; tandis que chez l'enfant de sept mois et chez celui de deux ans (n°s 6 et 7), l'oreillette gauche grandissant plus rapidement que le ventricule (sans doute en raison du rôle plus considérable que le jeu du poumon l'appelle à remplir) l'oreillette gauche est pendant quelque temps au ventricule gauche à peu près ce que l'oreillette droite est toujours au ventricule droit; c'est-à-dire que la différence de l'oreillette gauche et du ventricule correspondant, est pendant quelque temps moindre qu'elle n'a été et qu'elle ne deviendra.

La capacité absolue de l'oreillette droite est, d'un sujet à l'autre, chez l'adulte de 110 à 185 centimètres cubes et de 7 à 10 sur les nouveau-nés; celle du ventricule droit est de 160 à 230 dans les premiers, de 8 à 10 chez les seconds. La capacité de l'oreillette gauche est de 100 à 130 centimètres cubes sur l'adulte; de 4 à 5 pour le nouveau-né; celle du ventricule correspondant est de 143 à 212 dans le premier et de 6 à 7 chez le second.

En comparant, comme on l'a fait depuis longtemps, le cœur droit au cœur gauche, on observe que la capacité de l'oreillette droite l'emporte sur celle de l'oreillette gauche d'un dixième à un tiers. La capacité du ventricule droit l'emporte aussi sur celle du gauche du dixième au tiers, mais plus souvent du dixième seulement que du tiers; car dans un même cœur, la différence de capacité entre les oreillettes ne correspond que très-rarement à la différence de capacité entre les ventricules.

L'oreillette droite reste plus grande que l'oreillette gauche lors même qu'exceptionnellement, en cas de persistance du trou de Botal, le ventricule gauche devient plus grand que le droit. (Voy. l'observation n° 3.)

La différence générale de capacité entre le cœur droit et le cœur gauche, à l'avantage du premier, est exprimée par un nombre

de centimètres cubes plus grand que celui que représente l'eau (supposée ramenée à l'état liquide) qui s'échappe du sang par le poumon dans l'intervalle de deux systoles.

Ces comparaisons établies d'après des mesures de capacité réelle, sont à divers points de vue utiles pour l'étude de la physiologie du cœur et du poumon, contrairement à l'opinion de ceux qui les considéraient comme devant être sans intérêt, lors même qu'elles viendraient à être faites.

Leur importance repose particulièrement sur cette conséquence : si l'oreillette ne peut remplir le ventricule, sa systole ne saurait être ce que l'on a cru. Elle n'a pas l'énergie, la puissance subite qu'on lui prête. Elle se désemplit comme un réservoir servant à approvisionner le ventricule. Cette considération puisée dans des faits sans réplique, ôte aux oreillettes le rôle de centre circulatoire principal que leur attribuaient quelques savants au détriment des ventricules.

Quelques-uns ont supposé aussi que le cœur gauche ne reprenait jamais sa capacité primitive dans les injections faites sur un animal qu'on vient de tuer, ni sur le cadavre après la cessation de toute rigidité cadavérique. En admettant que cette hypothèse fût vraie (bien que nous ne puissions guère l'admettre après nos expériences), il en résulterait que les mesures des capacités ventriculaires seraient inférieures à la réalité; que, par conséquent, la prédominance de la capacité des ventricules sur celle des oreillettes serait encore plus considérable que celle que donnent les mesures produites dans le tableau ci-dessus.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Notes historiques sur la capacité absolue et relative des cavités du cœur, par M. Charles Robin, professeur d'histologie à la Faculté de médecine, etc.

Malgré l'existence du sang dans le cœur, on pourrait dire que presque tous les auteurs ont étudié cet organe et ses mouvements comme s'il ne renfermait pas de liquide. Nul organe pourtant n'offre des dispositions plus favo-

rables à l'étude et à la manifestation de l'égalité entre la réaction et l'action, et précisément en raison de la présence, dans son intérieur, d'un corps fluide mais incompressible, rendant d'une manière inévitable à son entourage l'impulsion qu'il en reçoit.

Le peu d'importance attribué à ce côté hydrodynamique de la question, jusqu'aux études de M. Hiffelsheim (1), est sans doute la cause qui fait que nul traité de physiologie ne cite des recherches expérimentales sur la comparaison de l'oreillette au ventricule qui lui correspond, sous le point de vue de la quantité du liquide que chacun contient ou peut contenir, que l'une verse dans l'autre. A cet égard, M. Hiffelsheim admet l'infériorité de capacité des oreillettes, par rapport aux ventricules.

Les traités d'anatomie ne renferment aucun document sur ce point, ce qui, à la rigueur, se comprend; bien que cependant les questions de capacité, c'est-à-dire de géométrie intérieure des organes creux, dussent préoccuper les anatomistes autant que celles de géométrie extérieure, ou de situation, de forme et de dimensions, dites d'anatomie descriptive.

Sur le rapport de la capacité de chaque oreillette à celle du ventricule qui lui correspond. — Helvetius (*Observations sur l'inégalité de capacité qui se trouve entre les organes destinés à la circulation du sang dans le corps de l'homme, et sur les changements qui arrivent au sang en passant par le poumon;* in *Histoire de l'Académie des sciences*, année 1718, Paris, 1719, in-4°, p.222) a vu que le ventricule droit et l'oreillette droite étaient plus grands que les cavités gauches. Sur un sujet, il trouva que le premier contenait 3 onces de sang et le second 2 et demie. Dans un autre cœur il a retiré 2 onces 5 gros de l'oreillette gauche et 3 onces de l'oreillette droite, et, dans le même cœur, il en a trouvé seulement 2 onces moins 1 gros dans le ventricule gauche, et 2 onces et un demi-gros dans le ventricule droit. Il remarque aussi que les vaisseaux attenant aux cavités droites sont plus grands que ceux qui sortent des cavités gauches correspondantes (p. 224). Il ne cite que les mesures précédentes; il insiste sur la plus grande capacité du cœur droit par rapport au cœur gauche (2); mais en dehors de ces chiffres, il ne

(1) Hiffelsheim, *Des mouvements absolus et relatifs du cœur* (*Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*, Paris, 1854, in-8, p. 273).

(2) Helvetius insiste sur ce que dans les mesures dont il parle il a eu soin de peser le contenu du *sac pulmonaire* et de l'*oreillette gauche*. Les anatomistes du siècle dernier donnaient en effet le nom de *sinus* ou *sac* à ce que nous appelons *oreillette*, et appelaient *oreillette* ce que nous désignons actuellement par *auricule*. Celle-ci en effet a seule quelque analogie de forme et de mobilité lorsqu'elle est vide, avec l'extrémité de l'oreille d'un chien. Quant au sac veineux que nous appelons oreillette il ne présente manifestement aucune analogie de ce genre. Le *sac pulmonaire* était alors l'oreillette gauche; le *sac* ou *sinus veineux* était l'oreillette droite, dont le bord antérieur se prolonge en appendice auriculaire prismatique, à bord mousse non frangé. L'auricule gauche est parfaitement distincte du corps de l'oreillette correspondante avec lequel elle se continue par un court pédicule, cylindrique, épais de 1 centimètre et plus selon l'âge des sujets. Ce pédicule, dirigé d'abord en

dit rien du rapport de capacité entre les oreillettes et les ventricules. Ses mesures donnent du reste un rapport inverse à celui qui existe réellement, ce qui tient sans doute aux fuites survenues durant son injection, dont il signale l'imperfection.

Helvetius admet, par hypothèse, d'après ce qui précède, que le ventricule droit chasse 8 gros de sang à chaque contraction, et le ventricule gauche 7 gros (p. 227, 228) seulement; bien que ce dernier soit plus puissant que le droit et chasse le sang plus vite, le ventricule gauche recevra en une heure 20 livres de sang de plus que le droit. Il admet donc que l'air n'imprime dans le poumon la couleur brillante au sang, qu'en condensant les parties, en diminuant sa raréfaction (p. 230), et en lui donnant en même temps plus de fluidité (p. 244).

Aujourd'hui, en suivant l'ordre d'idées qui occupait Helvetius, on ne songerait plus à une condensation imaginaire du sang, mais à la diminution de volume qu'il éprouve en passant au travers du poumon, où il laisse échapper de la vapeur d'eau.

Seulement, la différence générale de capacité entre le cœur droit et le cœur gauche à l'avantage du premier, est exprimée par un nombre de centimètres cubes plus grand que celui que représente cette vapeur d'eau en la supposant ramenée à l'état liquide. (Voyez plus haut, page 416.)

Des nombreux auteurs que nous avons consultés eu égard à la capacité des oreillettes par rapport à celle des ventricules, un seul a songé à l'importance physiologique de ce problème d'anatomie. On lit en effet ce qui suit dans les *Éléments de physiologie*, de M. Béraud (2e édition, 1856, t. I, p. 361), à propos des *usages de l'oreillette droite :* « C'est en vain qu'on chercherait dans les auteurs des mesures rigoureuses sur sa capacité absolue. Sénac et M. Bouillaud seuls ont parlé de sa capacité relative, mais encore assez vaguement, et l'on doit se contenter actuellement de cette proposition générale : la capacité de l'oreillette droite est un peu plus grande que celle de la gauche et *égale à celle du ventricule droit.* »

avant et à droite, se coude bientôt brusquement en s'aplatissant et se rétrécissant. Ce coude aplati et rétréci est dirigé en bas et à gauche par rapport à la portion cylindrique horizontale précédente. Il a une longueur de 1 à 2 centimètres. Il est terminé en bas par un appendice horizontalement dirigé de droite à gauche inséré sur lui comme une hache sur son manche. Cet appendice terminal est mince, couché contre le bord antérieur de la base du ventricule aortique ; à gauche il se termine en forme de talon lobulé ou non; son extrémité droite vient s'appuyer contre l'artère pulmonaire. Ses bords inférieur et droit sont minces, comme tranchants, mais frangés, par suite de la présence de plusieurs petites saillies cylindroïdes toruleuses, rapprochées l'une de l'autre. Cette disposition est bien plus prononcée chez l'adulte que chez l'enfant. Chez le premier, ce bord est divisé en sept ou huit prolongements cylindroïdes qui acquièrent de 1 à 2 centimètres de long, séparés par des intervalles moindres que leur propre diamètre ; tandis que chez l'enfant les plus grands de ces prolongements ont à peine 2 millimètres de long. Dès la naissance les oreillettes et leur auricule présentent d'une manière frappante la forme qu'elles conservent chez l'adulte.

M. Bouillaud s'exprime ainsi sur ce point : « Chez le quatrième sujet, les deux oreillettes avaient une égale capacité. Chez le cinquième, *l'oreillette gauche avait une capacité égale à celle du ventricule correspondant, et l'oreillette droite avait aussi une capacité égale à celle du ventricule du même côté.* Dans ce cas, par conséquent, la capacité de la première (l'oreillette gauche) était d'un tiers moindre que celle de la seconde (1). »

Cette égalité de capacité entre l'oreillette et le ventricule qui lui correspond, n'existe pas chez l'homme. En se reportant aux observations de M. Bouillaud, on se rend compte des causes de son erreur touchant cette question, que le premier, après Helvetius, il a cherché à résoudre sur un seul des sujets qu'il disséquait. En effet, les déterminations de la capacité des cavités cardiaques n'ont été faites que d'après des mesures linéaires, ou encore en comparant à la vue les cavités gauches à celle du ventricule droit. (Le ventricule droit peut contenir un œuf de poule ordinaire; Bouillaud, *loc. cit.*, p. 55.) Aussi ajoute-t-il en note, qu'il espère pouvoir offrir de nouvelles recherches *sur la capacité en mesures métriques des ventricules et des oreillettes.*

Cette égalité de la capacité auriculaire, comparativement à la capacité ventriculaire correspondante, a presque toujours été admise depuis M. Bouillaud.

Ainsi d'après Krause (*Handbuch der menschlichen Anatomie*, Hannover, 1842, in-8, 2e Theile, p. 784), la capacité de toutes les cavités cardiaques réunies dans le cas de moyenne distension oscille entre 27 et 41 pouces cubes et en mesure 32 en moyenne. L'espace infundibuliforme de l'oreillette entre les valvules auriculo-ventriculaires étant clos, les quatre cavités du cœur *doivent être* d'égale grandeur : elles ont en moyenne une capacité de 8 pouces cubes et peuvent recevoir 5 onces et demie de sang. Nous verrons plus bas une indication analogue de Lillie, cité par Haller (p. 425).

M. Beau, s'appuyant sur cette hypothétique égalité dans l'interprétation de ses nombreuses recherches physiologiques, avance que « sa capacité (celle du ventricule) n'est pas plus grande que celle de l'oreillette. » (*Traité d'auscultation*, Paris, 1856, in-8, p. 233.) Dans son travail intitulé *Recherches anatomiques sur la capacité normale et anormale des cavités du cœur* (*Archives générales de médecine*, 1847, in-8, t. XIV, p. 133), M. Beau ne s'est pas occupé de la quantité de liquide que peuvent contenir les oreillettes et les ventricules. Il a eu en vue la comparaison du diamètre de la cavité du ventricule gauche principalement à celui de l'aorte, au niveau du bord libre des valvules semilunaires.

Rigot (2), sans comparer les oreillettes aux ventricules, dit que chez les animaux domestiques, la capacité du ventricule droit l'emporte sur celle du gauche du quart au cinquième, et qu'il en est de même de l'oreillette droite par rapport à l'autre. Malgré ces données, M. Chauveau considère que chez le cheval « il est fort difficile, pour ne pas dire impossible, d'obtenir une me-

(1) Bouillaud, *Maladies du cœur*. Paris, 1841, in-8, t. I, p. 55.

(2) *Anatomie des animaux domestiques*. Paris, 1845, in-8, 4e livr., p. 21, 22.

sure exacte des cavités du cœur. *Le raisonnement conduit à penser que les deux cœurs ont exactement la même capacité* et que cette capacité équivaut à 6 ou 7 décilitres en moyenne » (1). L'expérience ici est préférable au raisonnement.

M. Colin (2) admet, comme M. Hiffelsheim, que les oreillettes sont moins grandes que les ventricules, mais sans indiquer dans quelles limites. Il s'exprime ainsi sur ce point : « Le sang que l'oreillette, au moment de la systole, verse dans le ventricule ne suffirait pas à remplir ce ventricule, si déjà celui-ci n'en avait reçu une certaine quantité pendant le temps qui s'est écoulé entre la systole ventriculaire et la systole auriculaire. On sait très-bien, en effet, que *les oreillettes ont une capacité moindre que celle des ventricules, même lors de leur distension la plus considérable.* » C'est en généralisant la formule de M. Hiffelsheim, ou par un raisonnement plus juste que celui de M. Chauveau, mais par le raisonnement seul, que M. Colin est arrivé à s'exprimer ainsi, car les documents qui précèdent montrent qu'on ne savait pas encore très-bien que les ventricules ont plus de capacité que les oreillettes.

M. Dalton se borne aussi à dire que *les oreillettes* ont une capacité plus petite que *celle des ventricules* (*Human physiology. Philadelphia*, 1861, in-8, p. 249).

Ce sont là les seuls documents que m'aient fourni sur ce sujet de nombreuses recherches bibliographiques.

Sur le rapport de la capacité du cœur droit avec celle du cœur gauche. — Lorsqu'on connaît la capacité de chaque oreillette par rapport à chaque ventricule correspondant sur un même cœur, on peut comparer l'oreillette d'un côté à celle du côté opposé, et en faire autant pour les ventricules. La solution de ce problème est une conséquence de celle du premier, dont l'importance est tout autre aux points de vue hydrodynamique et physiologique. On comprend, d'autre part, facilement que la comparaison de la capacité des oreillettes entre elles n'est qu'une question de curiosité, si l'on ne tient compte en même temps de celle des ventricules correspondants du même cœur, ou réciproquement. C'est pourtant ce côté du sujet qui nous occupe qui, hors des citations faites plus haut, a été exclusivement étudié, et les documents abondent sur la comparaison des capacités ventriculaires droites et gauches, indépendamment de toute relation avec les oreillettes qui lui correspondaient.

Dextra auris capacior est, tel est le titre d'un paragraphe de Haller (*Elementa physiologiæ*, Lausanne, 1557, in-4°, t. I, p. 323). Il cite également Rouhault comme ayant trouvé le rapport de l'oreillette droite à l'oreillette gauche autre chez le fœtus que chez l'adulte, savoir : : 5 : 4. Lui-même a constaté que l'oreillette droite pouvait contenir 42 drachmes de liquide, lorsque l'oreillette gauche du même sujet n'en recevait que 30 et demie, ce qui se

(1) *Anatomie comparée des animaux domestiques*. Paris, 1855, in-8, p. 466.

(2) Colin, *Physiologie comparée des animaux domestiques*. Paris, 1856, in-8, t. II, p. 275.

rapproche du rapport : : 5 : 7, donné par Santorini. Il n'a pas trouvé une grande différence entre les deux oreillettes chez le fœtus. Plus loin, Haller (p. 327) cite Helvetius et donne en drachmes les chiffres rapportés plus haut en onces, tels que les écrit cet auteur. Nicolaï compte 20 drachmes de liquide dans le ventricule droit, 18 dans le gauche; Tabor, 3 onces dans chaque, et Lillie 3 onces aussi dans les ventricules et autant dans les oreillettes.

Ce sont les indications de cet auteur, et surtout celles de M. Bouilland citées plus haut, qui ont fait admettre depuis l'égalité de capacité des oreillettes et des ventricules correspondants.

Haller note, du reste, qu'il est difficile de bien remplir d'eau chaque ventricule, et de peser le liquide sans rien perdre. Il conclut avec Winslow et Sénac que le ventricule droit est plus grand que le gauche, que l'oreillette droite est plus grande également que la gauche.

Il eût été plus important encore pour la physiologie, de savoir si chaque oreillette est plus grande que son ventricule. Tous les auteurs se sont arrêtés à ce point de la question, et semblent avoir eu peur de constater que le ventricule avait une capacité très-supérieure à celle des oreillettes.

Disons, pour terminer ces indications historiques, que M. Bouillaud s'exprime ainsi à ce sujet (*loc. cit.*, p. 54) : « La moyenne du ventricule droit l'emporte sur celle du ventricule gauche, mais cette différence est généralement assez faible; en général, la capacité de l'oreillette droite est supérieure à la gauche. »

M. Cruveilhier admet que la capacité de l'oreillette droite est à celle de la gauche : : 5 : 4. Quant aux ventricules, il pense avec Sabatier que si le ventricule droit a plus de capacité que le gauche sur le cadavre, cela tient à ce qu'après la mort, le sang reflue du poumon dans le ventricule droit, tandis que le gauche, qui n'éprouve pas le même obstacle et qui d'ailleurs a plus de vigueur, se débarrasse plus ou moins complétement du sang qu'il renferme.

« L'état du cœur, sur le cadavre qui nous présente cet organe tel que la mort l'a surpris, ne permet donc nullement d'apprécier la capacité relative des cavités du cœur pendant la vie. Si sur un animal vivant on détermine la stagnation du sang dans le ventricule gauche, par la ligature de l'aorte, tandis qu'on laisse au sang des cavités droites une libre issue par l'artère pulmonaire, on trouvera dans la capacité des ventricules une inégalité inverse de celle généralement indiquée.

» L'injection de cire ou de suif, faite graduellement de manière à distendre sans déchirure les ventricules, a le double avantage de permettre 1° de déterminer le volume et le poids de la matière injectée contenue dans chaque cavité du cœur; 2° de mesurer ces cavités dans des conditions identiques, c'est-à-dire dans l'état de distension : or, il résulte de mes observations que *la capacité du ventricule gauche l'emporte un peu sur celle du ventricule droit.* » (Cruveilhier, *Anatomie descriptive*, Paris, 1843, 2e édition, in-8, t. II, p. 510, 511.)

M. Cruveilhier ne donne également aucune mesure comparative entre

l'oreillette et le ventricule correspondant. Comme il indique entre l'oreillette droite le rapport de 4 : 5, il en résulte que, pour lui, la plus petite oreillette correspondrait au plus grand ventricule, et réciproquement.

Sans vouloir discuter ici la remarque de Sabatier, rappelée par M. Cruveilhier et par Meckel, nous ferons observer que le *reflux du sang du poumon dans le ventricule droit dans les derniers moments de la vie*, n'est pas prouvé. Il en est de même de la supposition d'après laquelle le *ventricule gauche n'éprouverait pas le même obstacle* à se débarrasser plus complétement du sang qu'il renferme ; la tension est en effet bien plus grande dans l'aorte que dans l'artère pulmonaire. Quant au reflux du sang de l'artère pulmonaire dans le ventricule droit, il n'a lieu qu'autant que des caillots étendus de la cavité ventriculaire dans l'artère, se sont formés dans les derniers moments et empêchent les valvules sigmoïdes de s'appliquer exactement l'une contre l'autre. Les injections, poussées aussi lentement que possible dans l'artère pulmonaire, sont en effet bien vite et absolument arrêtées par ces valvules, toutes les fois que ces caillots manquent ou sont enlevés avant l'injection.

Le cœur droit est plus plein de sang que le gauche, sur le cadavre, parce que les veines cave inférieure et supérieure continuent à lui en amener après la dernière des contractions ventriculaires, tant que le retrait des artères chasse le sang dans les capillaires, et de ceux-ci par trop-plein dans les veines (*vis a tergo*). Et c'est précisément à cause de la continuation de ce déversement dans l'oreillette droite, après la dernière systole ventriculaire, que l'oreillette continue à présenter encore quelques faibles contractions qui l'ont fait appeler l'*ultimum moriens*. Cette particularité, en effet, n'est pas due à ce que la contractilité persisterait plus longtemps dans ses fibres que dans celles des autres parties du corps ; elle est due à la prolongation ici de la persistance des conditions physiques ordinaires, qui suscitent toute contraction naturelle des parois auriculaires et ventriculaires ; prolongation subordonnée elle-même aux dispositions anatomiques des veines, par rapport au cœur et aux artères, sans que la contractilité ou les fibres qui en sont douées présentent quoi que ce soit de mystérieux ; rien ne les distingue là de ce qu'elles sont dans les autres parties du cœur, contrairement à ce que semblent croire quelques physiologistes.

On comprend que chez les individus morts par décapitation, la cavité du ventricule droit s'efface aussi bien que celle du ventricule gauche, car les artères étant privées de sang ne peuvent, par leur retrait, en chasser dans les capillaires, ni par trop-plein dans les veines. L'oreillette droite en communication avec l'extérieur (par la veine cave supérieure dont les aboutissants jugulaires sont coupés) se vide elle-même et laisserait écouler ensuite le sang, si la veine cave inférieure lui en amenait.

Suivant M. Béclard, « il n'est pas aussi facile d'ailleurs qu'on pourrait le penser, de mesurer la capacité du ventricule gauche sur le cadavre. Quelques heures après la mort, la rigidité cadavérique commence à s'emparer du cœur comme de tous les autres muscles ; elle cesse, il est vrai, au bout de vingt-

quatre à trente-six heures, mais le cœur ne reprend jamais sa capacité primitive; ce dont on peut aisément s'assurer chez les animaux, en mesurant cette capacité immédiatement après la mort, et plus tard, quand la rigidité cadavérique a cessé. » (Béclard, *Physiologie humaine*, Paris, 1862, 4e édition, in-8, p. 269, en note.)

L'expérience montre, au contraire, qu'il est aussi facile de remplir le ventricule gauche sur le cadavre, lorsque la rigidité cadavérique a cessé, qu'immédiatement après la mort. En effet, la mesure de la capacité de ce ventricule et des autres cavités, prise aussitôt après la mort et prise comparativement sur d'autres cœurs, quand la rigidité cadavérique a disparu, donne dans les deux cas les mêmes rapports du ventricule gauche à son oreillette, et du ventricule droit au ventricule gauche, etc. Par conséquent, on peut donc rendre aux ventricules leur capacité, et rien dans les expériences ne confirme l'hypothèse d'après laquelle le cœur ne reprendrait jamais sa capacité primitive.

Il est facile de s'assurer sur les animaux récemment tués, que les fibres musculaires du cœur se laissent distendre par la main et par l'injection, comme celles des muscles soumis à la volonté, et aussi aisément sur le cadavre après la cessation de la rigidité cadavérique, qu'aussitôt après la mort. Toutefois, elles se rompent plus facilement, ce qui tient à l'absence de myolemme autour de leurs faisceaux; mais elles ne présentent aucune propriété particulière de rétraction spéciale, qui les rende moins extensibles après la mort que sur le vivant, et qui les distingue, à cet égard, des autres sortes des fibres musculaires. Le myolemme manquant autour des faisceaux musculaires du cœur, l'élasticité de ses parois n'est pas due à la présence de celui-là comme dans les autres muscles. Elle est due à un réseau de fibres élastiques minces, entrecroisées, souvent ramifiées et anastomosées, à mailles assez serrées, qui existent tout autour du cœur à la face adhérente du péricarde viscéral (elles existent aussi dans le péricarde pariétal). On sait qu'une couche élastique réticulée, à mailles bien plus serrées encore, existe sous l'endocarde à la face interne des parois musculaires des quatre cavités cardiaques. Ce sont ces couches élastiques qui donnent aux parois du cœur leur résistance, les faisceaux musculaires en ayant peu et étant écartés même les uns des autres aux auricules, de manière que là les parois cardiaques ne sont formées que par l'endocarde et le péricarde accolés.

Sur le cœur dont le péricarde séreux et surtout l'endocarde sont intacts, lorsque par l'injection on est arrivé à un certain degré de distension de ses cavités, degré extrême qui rend l'organe rénitent et dur, la poussée la plus énergique ne dilate pas davantage le ventricule et l'oreillette qu'on remplit; la dilatation ne va plus en augmentant graduellement avec la pression, comme lorsqu'il s'agit de la vessie ou de l'estomac; elle cesse jusqu'à ce qu'il y ait rupture de l'oreillette, si l'on continue à pousser outre mesure. Cela tient à la présence de la couche réticulée remarquable de fibres élastiques de l'endocarde. Sa ténacité est considérable, comme on le voit par l'énergie avec

laquelle elles résistent à la distension dans les injections forcées; sa résistance est frappante dans les endroits où, comme aux auricules, les faisceaux musculaires, séparés les uns des autres, laissent l'endocarde et le péricarde former seuls la paroi auriculaire. Des fibres analogues existent aussi sous le péricarde séreux, mais comme le péricarde n'a pas de rapport avec les cloisons interventriculaire et interauriculaire, et que durant l'injection d'un seul cœur à la fois c'est la cloison qui soutient l'effort, même au niveau de la fosse ovale où manquent les fibres musculaires, c'est à l'endocarde qu'il faut rattacher principalement l'ordre de résistance dont il s'agit ici.

C'est là le propre des membranes et des ligaments formés de fibres élastiques, de se rompre brusquement lorsqu'ils sont arrivés à un certain degré d'extension, plutôt que de continuer à s'allonger en s'effilant, comme le font les tissus lamineux et musculaire à fibres-cellules.

L'endocarde présente, jusque dans les parties les plus délicates et transparentes des auricules et de la cloison interauriculaire, le réseau à mailles étroites de minces fibres élastiques, ramifiées et anastomosées, entrecroisées sur plusieurs plans et dans diverses directions, qui en constitue la trame. Ce réseau est une des couches de fibres élastiques des plus riches et des plus élégantes qu'on puisse voir. La face adhérente du péricarde séreux présente une couche analogue, mais les fibres en sont plus onduleuses, moins fréquemment ramifiées et anastomosées; elles sont plus écartées les unes des autres, et forment des mailles plus larges. Elles sont néanmoins disposées sur plusieurs plans et entrecroisées en diverses directions.

L'écartement des faisceaux musculaires dans les auricules est tel, que par places l'endocarde et le péricarde appliqués et unis l'un à l'autre forment seuls la paroi auriculaire dans leurs intervalles. Ce fait et l'obstacle considérable que les oreillettes opposent à la rupture lorsqu'on les injecte, montrent que ces membranes interne et externe du cœur jouent le rôle principal dans la résistance que présentent les parois du cœur. L'embryogénie montre que les fibres élastiques de l'endocarde, du péricarde et des artères, sont les premiers éléments de cette espèce qui naissent dans l'organisme, bien des semaines avant qu'on en trouve dans la peau et dans les ligaments des lames vertébrales. C'est l'altération de la trame élastique de l'endocarde et du péricarde, plus encore que celle des fibres musculaires, qui doit attirer l'attention dans les cas de rupture du cœur.

Le tissu musculaire est élastique; l'élasticité y persiste après la mort, lorsque la contractilité a disparu depuis longtemps. L'élasticité et la contractilité sont deux propriétés essentiellement différentes, l'une générale, d'ordre physique, l'autre spéciale, d'ordre organique. Le tissu musculaire doit ces propriétés, chacune à une espèce distincte d'éléments anatomiques ; on sait que l'élément contractile ou musculaire n'est pas doué d'élasticité et que l'élément élastique est absolument dépourvu de contractilité. Dans les muscles à fibres-cellules, ce sont des fibres élastiques proprement dites interposées aux faisceaux musculaires qui donnent au tissu son élasticité. Le tissu des muscles soumis à

la volonté doit son élasticité au myolemme qui entoure chacun des faisceaux primitifs ou striés. Les faisceaux striés, ramifiés et anastomosés du tissu musculaire du cœur manquent de myolemme; par suite de ce fait, ce tissu n'a pas par lui-même une résistance et une élasticité aussi grandes que le tissu des autres muscles; ici l'élasticité des parois cardiaques est due essentiellement à la trame élastique des membranes qui adhèrent à leurs faces interne et externe, et non plus à des éléments inclus dans leur épaisseur et faisant partie de leur tissu propre lui-même; les conditions de l'élasticité de l'organe se trouvent au contraire en dedans et en dehors des couches formées par les éléments doués de contractilité et non dans leur intimité.

Recherches sur la respiration, par M. le Dr Max Pettenkofer, de Munich (1).

Parmi les problèmes dont la solution présente le plus d'intérêt pour la physiologie et la médecine, l'étude des phénomènes physiques qui accompagnent l'acte de la respiration occupe, sans contredit, un rang très-important. Les nombreuses recherches que ce sujet a provoquées de la part des physiologistes, des physiciens et des chimistes les plus distingués, en sont une preuve.

Malgré les travaux remarquables que l'on doit, sur cette partie de la science biologique, à MM. Regnault et Reiset, Bischoff et Voit, Planer, Valentin et tant d'autres savants, il règne encore sur les points fondamentaux de la question de graves incertitudes. La raison en est en partie dans l'imperfection des méthodes employées jusqu'à ce jour. On peut en effet adresser à tous les procédés mis jusqu'ici en usage dans l'étude de la respiration chez l'homme et chez les animaux deux reproches capitaux. D'une part, les expériences ont toujours été faites dans des conditions autres que celles où se trouvent placés d'habitude les êtres qui ont servi à étudier le phénomène : c'est, en effet, en dehors des conditions normales de respiration et de perspiration, et notamment dans des espaces confinés où l'air ne se renouvelait jamais complétement, qu'ont été mis les animaux sur lesquels on expérimentait.

En second lieu, circonstance non moins défavorable, aucune des méthodes connues ne présente de moyens de contrôle; on ne peut affirmer l'exactitude des chiffres obtenus dans le dosage de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau exhalés par la peau et par les poumons, les expériences qui ont donné ces nombres n'étant pas susceptibles de vérification directe.

L'état présent de la physiologie réclame donc, pour la solution de cet important problème, un appareil dans lequel un homme puisse séjourner pendant vingt-quatre heures au moins; une chambre où il puisse se promener,

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, supplément 2ter Band, 1. Heft. 1862.— Cette analyse est extraite de la *Revue des sciences et de l'industrie* pour l'année 1862, par MM. Grandeau et Laugel, in-12. Mallet-Bachelier.

travailler, manger, dormir, enfin vivre sans contrainte et dans les conditions de la vie habituelle. Il faut aussi que l'air de cette pièce soit renouvelé convenablement, et que cet air, analysé à son entrée et à sa sortie, soit mesuré exactement. On voit que, dans ce cas, le dosage de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau exhalés par les poumons et par la peau s'obtiendra en prenant la différence des quantités de ces éléments existant dans l'air avant et après son passage dans l'appareil. Cette condition de l'analyse est très-favorable, en ce qu'elle élimine les causes d'erreurs dans le dosage de l'acide carbonique et de l'eau, puisque les causes d'erreurs portent également sur l'analyse du gaz à son entrée et à sa sortie.

Grâce à la munificence du roi de Bavière, M. le docteur Max Pettenkofer a fait construire un appareil de grandes dimensions, qui réalise toutes les conditions que nous venons d'énumérer, et qui lui permettra d'étudier les phénomènes de la respiration, l'influence des divers modes d'alimentation sur cette fonction, et beaucoup d'autres questions qu'on n'avait pu aborder avec succès par les méthodes employées jusqu'ici, ces dernières s'éloignant trop des conditions dans lesquelles la nature a placé les êtres vivants.

Un premier mémoire de M. Pettenkofer a paru récemment en Allemagne; ce travail est complétement ignoré en France. Aucune traduction, aucun extrait n'en a été donné jusqu'ici dans nos publications scientifiques, et nous croyons rendre un véritable service en le faisant connaître, avec quelques détails, à nos lecteurs. Nous allons résumer d'abord les conditions principales qu'il fallait remplir en construisant l'appareil; nous indiquerons ensuite, autant que cela nous sera possible sans le secours de figures, les dispositions générales de cet appareil, puis les méthodes de dosage de l'acide carbonique, de l'eau, de l'hydrogène et du gaz des marais. Nous décrirons sommairement les moyens de contrôle imaginés par l'auteur, et nous terminerons par l'exposé des premières expériences qu'il a faites, en collaboration avec M. Voit, le savant physiologiste de Munich.

C'est une question importante, maintes fois débattue et restée pourtant sans solution positive, que de savoir dans quelles proportions et avec quelle rapidité doit être renouvelée l'atmosphère dans laquelle séjourne un homme, pour qu'il puisse y vivre commodément et sans éprouver de trouble dans ses fonctions. Disons d'abord que la quantité d'air nécessaire à un homme varie, d'une manière générale, avec les dispositions physiques et le tempérament des individus. On a tiré, relativement au renouvellement de l'air, des quantités d'oxygène, d'acide carbonique et de vapeur d'eau contenus dans l'air confiné, des conclusions que notre expérience journalière et nos impressions individuelles démentent fréquemment. Tout ce qui est acquis sur ce point, c'est que pour que nous respirions à l'aise dans un espace confiné, il est nécessaire que l'atmosphère de cet espace contienne beaucoup plus d'oxygène que n'en consomme l'acte respiratoire, et beaucoup moins d'acide carbonique et de vapeur d'eau que n'en exhalent les poumons et la peau.

Ce qui rend désagréable et lourd l'air d'une salle remplie d'hommes, ce

qui agit sur notre système nerveux et produit cette gêne dont les effets varient depuis le simple mal de tête jusqu'à la syncope, ce n'est pas seulement la chaleur, l'état hygrométrique, l'acide carbonique ou le manque d'oxygène de l'air ; en effet, une semblable atmosphère nous paraît énervante et empoisonnée bien avant d'être saturée par la vapeur d'eau, d'avoir perdu une quantité notable de son oxygène, et de contenir plus de 1 pour 100 d'acide carbonique ; l'air nous est d'autant plus désagréable qu'il a été inspiré et expiré un plus grand nombre de fois, parce qu'il est alors chargé d'émanations organiques rejetées par la peau et par les voies respiratoires. Il est à penser que plusieurs des vapeurs produites par l'organisme possèdent une très-faible tension, de telle sorte que l'air en est promptement saturé, et par cela même rendu irrespirable.

Il est évident, d'après cela, que les expériences faites sur les animaux dans une atmosphère non entièrement renouvelée, mais seulement modifiée par l'addition d'oxygène à plusieurs reprises et l'absorption, par un procédé quelconque, de l'acide carbonique exhalé par ces animaux, ne présentent pas les garanties nécessaires d'exactitude.

D'un autre côté, il n'est pas besoin que l'air soit indéfiniment renouvelé ; il doit l'être seulement dans certaines limites, que M. Pettenkofer a cherché à établir empiriquement. Il a déterminé de quelle quantité l'acide carbonique produit par la respiration et la perspiration doit surpasser, dans un appartement sensiblement bien aéré, le poids du même gaz existant dans l'air libre, avant que les émanations organiques qui accompagnent le rejet d'acide carbonique par la peau et les poumons agissent sur notre odorat d'une manière gênante. Il a trouvé que la proportion d'acide carbonique, qui, dans l'air libre, est de $\frac{6}{10000}$, peut s'élever sous l'influence de la respiration de l'homme, dans l'air confiné, à $\frac{1}{1000}$, avant que cet air acquière une odeur désagréable. Ce n'est pas à cet excès d'acide carbonique qu'il faut attribuer l'altération de l'air ; on peut seulement se servir de ce terme de comparaison pour déterminer combien de fois l'air contenu dans la chambre a été introduit dans les poumons et rejeté par eux. On peut, en effet, vivre très à l'aise dans une atmosphère contenant $\frac{1}{100}$ d'acide carbonique, à la condition que ce gaz soit obtenu par voie chimique. Le séjour dans un espace dont l'air contient $\frac{1}{100}$ d'acide carbonique provenant de la respiration et de la perspiration est, au contraire, presque insupportable. L'air le plus infect des prisons, des casernes, etc., en renferme très-rarement autant.

Dans presque toutes les circonstances, le volume d'air nécessaire par heure à un homme s'élève à 60 mètres cubes (1). M. Pettenkofer a disposé son appareil de manière à introduire dans la chambre où se fait l'expérience des quantités d'air pouvant varier de 15 à 75 mètres cubes par heure, ce qui lui permettra d'étudier l'influence d'un renouvellement plus ou moins parfait de

(1) C'est la quantité d'air que les ventilateurs de l'hôpital Lariboisière envoient dans les salles par chaque malade et par heure.

l'atmosphère respirable, et d'arriver à une conclusion définitive sur la quantité d'air nécessaire à un homme.

La chambre destinée au séjour de l'homme ou des animaux soumis à l'expérimentation est cubique ; son volume est de $12^{mc},7$. On peut y placer une table, un lit et s'y promener aisément. La surface du plancher est de $5^{mq},452$. Le renouvellement de l'air se fait à l'aide d'un ventilateur établi de telle sorte que, dans aucune circonstance, le courant d'air résultant de ce renouvellement ne soit désagréable pour la personne placée dans la chambre. En effet, ce n'est que lorsque la vitesse avec laquelle l'air pénètre dans un lieu atteint un mètre par seconde, que nous éprouvons quelque gêne par l'effet du courant. Or, quand M. Pettenkofer fait arriver 15 mètres cubes par heure, la vitesse de l'air entrant est seulement de $0^{m},008$ par seconde, et elle n'atteint que le chiffre de $0^{m},0208$ pour le même temps quand le ventilateur envoie dans la chambre 75 mètres à l'heure.

L'auteur tient aisément compte des changements de volume survenus dans la chambre, par suite de la présence de l'homme ; en effet, les variations dues à la pression, à la température et à l'état hygrométriques sont mesurées par des observations barométriques, thermométriques, psychrométriques ; de plus, l'eau est recueillie et pesée.

Il n'est pas si facile d'évaluer directement la quantité d'oxygène enlevée à un courant d'air par l'acte respiratoire ; mais les observations de MM. Regnault et Reiset, Vierordt, Hutchinson et autres permettent de se faire à ce sujet des idées assez voisines de la vérité. La plus grande partie de l'oxygène enlevé en vingt-quatre heures à l'air par la respiration est rejetée sous forme d'acide carbonique, et comme un volume de ce dernier gaz est précisément égal au volume qu'occuperait, à l'état de liberté, l'oxygène qu'il contient, il en résulte qu'il n'y a pas de changement dans le volume de l'air, tant que l'oxygène de ce fluide ne sert qu'à la production d'acide carbonique. On sait, de plus, que le volume de l'air expiré est un peu plus faible que celui de l'air inspiré, parce qu'une partie de l'oxygène est employée à la formation de vapeur d'eau et d'autres combinaisons oxygénées.

Si l'on admet que le volume moyen de l'air introduit dans les poumons par l'inspiration est égal, chez l'adulte, à 5 litres par minute, soit 300 litres par heure, on trouve, en s'appuyant sur les nombreuses déterminations de MM. Brunner et Valentin, que la teneur moyenne en acide carbonique de l'air expiré est de $0^{lit},230$ par minute, soit $13^{lit},8$ par heure. En supposant que cet acide carbonique ne représente que les $\frac{2}{3}$ de l'oxygène disparu, et que le troisième tiers tout entier ait servi à la production d'eau et de composés oxygénés, il y aurait, par heure, une diminution dans le volume de l'air inspiré, par rapport à celui de l'air rejeté, qui ne dépasserait pas $6^{lit},9$. Si le volume de l'air dans lequel a respiré un homme pendant une heure est seulement égal à 10 mètres cubes, l'erreur qu'on commettrait, en ne tenant pas compte de cette diminution, ne serait pas de $\frac{1}{10}$ pour 100. Elle est donc tout à fait négligeable.

M. Pettenkofer, après avoir étudié à fond ces diverses questions, dont la connaissance préalable est de toute nécessité, a arrêté les dispositions suivantes pour son appareil. L'air est mesuré à $\frac{1}{1000}$ près de son volume, à son entrée et à sa sortie, par des compteurs à gaz perfectionnés sortis des ateliers des premiers fabricants d'Allemagne. Il est introduit dans la chambre par des ventilateurs parfaitement combinés, mus par une petite machine à vapeur; le tout est agencé de telle sorte que les gaz sont mesurés et analysés avant de pénétrer dans la chambre, et lorsqu'ils en sortent après avoir servi à la respiration. L'acide carbonique est dosé par un procédé nouveau imaginé par M. Pettenkofer, et qui repose sur l'emploi d'une liqueur titrée de baryte. Ce mode de dosage donne, d'après l'auteur, des résultats qu'on ne saurait attendre de la meilleure balance, et permet de reconnaître dans une liqueur la présence de $\frac{1}{900}$ d'acide carbonique.

La proportion de vapeur d'eau est évaluée à l'aide d'acide sulfurique placé dans des tubes de forme particulière que nous ne pouvons décrire ici. On trouve la proportion d'hydrogène et de gaz des marais contenus dans l'air expiré, en déterminant l'excès, sur la quantité normale d'acide carbonique et d'eau fournis par le gaz préalablement dépouillé de ces corps et conduit à travers un système de tubes remplis de mousse platine et chauffés au rouge.

L'avantage immense qu'offre, sur toutes les précédentes, la méthode de M. Pettenkofer, c'est qu'elle permet de contrôler par des expériences directes les résultats qu'elle fournit. En effet, on peut, en brûlant pendant un temps déterminé, dans la chambre de l'appareil, un poids connu d'un corps gras bien défini, tel que la stéarine pure, par exemple, doser les quantités d'acide carbonique et de vapeur d'eau résultant de cette combustion, et les comparer au poids des mêmes corps obtenus dans l'analyse de cette substance par les procédés si exacts que possède aujourd'hui la chimie organique. L'auteur a répété les deux expériences nombre de fois, et elles ont donné les résultats les plus satisfaisants, comme on peut en juger par les nombres suivants que nous croyons devoir rapporter.

Dans cinq expériences, dans lesquelles on a brûlé de la stéarine pure dans la chambre de l'appareil, on a dosé l'acide carbonique produit. La colonne I représente les quantités d'acide carbonique trouvées expérimentalement, et la colonne II les poids réels du même gaz donnés par l'analyse directe de la même quantité de stéarine.

EXPÉRIENCES.	I. Acide carb. trouvé.	II. Acide carb. réel.
1re	289,0	290,7
2e	228,0	229,1
3e	590,0	590,0
4e	286,0	288,7
5e	606,0	606,4
Total...	2000,0	2070,5

Les résultats obtenus sont entre eux dans le rapport de 100 à 99,7. Une

telle précision est de nature à inspirer la plus grande confiance dans la méthode de M. Pettenkofer; elle prouve que les appareils qu'il emploie sont aussi parfaits que possible, et si l'on se rappelle qu'à une pareille exactitude dans le dosage des gaz de la respiration, le mode d'expérimentation adopté par l'auteur joint la possibilité de mettre l'être vivant soumis aux expériences, dans les conditions de tous points analogues à celles qu'il rencontre dans la vie ordinaire, on se fera aisément une idée des résultats précieux pour la physiologie qu'on est en droit d'attendre de cette nouvelle méthode.

Après s'être rendu, ainsi que nous venons de le montrer, un compte exact de la marche des appareils, du degré d'exactitude des résultats et de la limite des erreurs qu'on peut commettre dans le dosage de l'eau et de l'acide carbonique, M. Pettenkofer a commencé, de concert avec le physiologiste de Munich, M. Voit, une série de recherches sur la respiration. Les premières études de ces savants ont porté sur l'influence du mode d'alimentation, sur les gaz rejetés par la respiration et sur la production de l'urée. Les expériences ont été faites sur un même chien, nourri tantôt seulement avec de la viande, tantôt avec des matières féculentes, d'autres fois enfin avec des aliments variés. La durée de chaque expérience a toujours été de vingt-quatre heures.

La proportion d'acide carbonique expiré pendant ce temps a varié de 141 à 289 grammes, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 2,9. Le chiffre maximum correspond à une alimentation essentiellement azotée (1800 grammes de viande et graisse); le poids minimum a été obtenu après une diète de dix jours. Chose remarquable, la quantité d'azote éliminé de l'organisme, sous forme d'urée, n'est pas en rapport avec les poids d'acide carbonique expiré. En effet, les quantités d'urée produites ont varié de $8^{gr},3$, dans le cas de l'inanition, à $180^{gr},8$, chiffre correspondant à l'alimentation azotée. Ces nombres sont entre eux comme 1 est à 22 environ.

Une expérience faite sur l'homme a montré que les poids d'acide carbonique expiré dans les cas d'alimentation différente s'écartent beaucoup moins l'un de l'autre que pour l'animal placé dans les mêmes conditions : ainsi, l'air rejeté par les poumons d'un homme à jeun a donné, en vingt-quatre heures, 600 grammes d'acide carbonique, tandis qu'il n'en contenait que 860 grammes, le même individu étant soumis à l'alimentation la plus succulente. Mais, à poids égal, l'homme élimine moitié moins d'azote que le chien.

L'appareil de M. Pettenkofer permettra d'étudier, d'une manière très-utile, un grand nombre de problèmes physiologiques pleins d'intérêt. L'auteur, avec la collaboration du professeur Voit, a commencé une série de recherches sur la nutrition. Ces savants se proposent d'examiner à fond l'influence du mode d'alimentation (féculents, corps gras, etc.) sur les produits de la respiration et de l'excrétion, les appareils dont ils font usage leur permettant de recueillir non-seulement les gaz expirés dans diverses conditions, mais encore les produits excrémentitiels des animaux soumis à l'expérience.

Nous attendrons, pour résumer leurs travaux, qu'un nombre suffisant

d'observations ait été publié; mais nous signalerons dès aujourd'hui à l'attention des savants un fait très-important pour la chimie physiologique : c'est l'existence de l'hydrogène libre et de l'hydrogène protocarboné dans les gaz expirés et dans les produits de la perspiration cutanée (1).

Voici les résultats de cinq expériences très-concordantes :

EXPÉRIENCES.	Hydrogène. gr.	Gaz des marais. gr.
1re	7,2	4,1
2e	5,2	6,3
3e	7,2	4,7
4e	6,4	3,7
5e	4,3	4,5

Ces quantités correspondent à des expériences qui ont duré environ vingt-quatre heures.

MM. Pettenkofer et Voit ont tenu à s'assurer, par une vérification expérimentale, que ces gaz étaient dus aux animaux placés dans l'appareil, et ne préexistaient pas dans l'air introduit dans la chambre. Pour ce faire, ils ont dosé l'acide carbonique et l'eau contenus dans un énorme volume d'air non calciné, puis dans la même quantité d'air préalablement calciné sur de l'éponge de platine. Voici les résultats trouvés :

Dans un essai, dans lequel 232 336 litres d'air ont traversé l'appareil, on a trouvé pour 1000 litres d'air :

	gr.		gr.	
Air calciné..........	0,6789	acide carb. et	10,9391	d'eau.
Air non calciné......	0,6776		10,9096	

Dans un second, qui a duré également vingt-quatre heures, et a porté sur 228 516 litres d'air, 1000 litres ont fourni :

	gr.		gr.	
Air calciné.........	0,6440	acide carb. et	10,6609	d'eau.
Air non calciné......	0,6444		10,6207	

Il résulte de là que l'air introduit dans l'appareil ne renfermait, en quantité appréciable, aucun composé carburé autre que l'acide carbonique.

Dans le premier cas, on a constaté (en vingt-quatre heures) la présence de $0^{gr},75$ d'hydrogène dans 232 336 litres d'air, soit par mètre cube $0^{gr},003$ environ.

Dans le second cas, 228 516 litres d'air ont donné $1^{gr},02$ d'hydrogène, soit $0^{gr},004$ environ par mètre cube.

(1) Il nous paraît utile de faire remarquer que, pour que cette expérience acquière toute la valeur qu'elle peut avoir, il faudrait être certain que l'hydrogène carboné dosé par MM. Pettenkofer et Voit ne provient pas de gaz intestinaux. (L. Gr.)

Ces nombres, en dehors du résultat très-curieux par lui-même qu'ils nous apportent, montrent combien la méthode de M. Pettenkofer est exacte et sensible, et combien les appareils qu'il emploie sont parfaits. On ne peut douter qu'entre les mains des habiles professeurs de Munich, leur application ne conduise à l'éclaircissement des questions encore si obscures de la nutrition et de la respiration.

Les théories des mouvements du cœur devant les Académies des sciences et de médecine.

Analyse par M. Ch. ROBIN.

Il n'est pas une question scientifique qui ne soit dominée par une question de méthode. On peut même ajouter que peu de faits conservent, au travers des siècles, le caractère, la signification, l'importance qu'on leur prête, lors de leur découverte, et que la seule vérité de ces conquêtes successives réside dans l'esprit et la méthode qui président à cet enfantement.

La mathématique, science absolue, a le privilége d'échapper à cette extrême relativité, et toutes les fois, qu'instrument parfait, elle intervient dans une question, elle la résout définitivement. La difficulté, lorsqu'il s'agit des sciences complexes, ainsi que l'a dit M. Hiffelsheim, gît essentiellement dans l'opportunité de son intervention. Ainsi en est-il également de la chimie et de physique appliquées à la biologie (1).

Il est parmi nous bon nombre d'esprits distingués qui, par diverses circonstances, sont demeurés à peu près étrangers aux sciences exactes. Ces esprits n'entrevoient pas la possibilité d'utiliser celles-ci dans les investigations biologiques, parce que, d'une part, la vie est pour eux une entité, temporairement déposée dans un corps *sans vie;* et que l'idée d'un organisme fonctionnant au nom de sa constitution propre répugne à leur *sentiment*, faute de n'avoir pu pénétrer dans leur *raison* mal préparée. D'autre part, l'absence de la notion d'*organisation*, notion qui suppose l'idée de forces ou propriétés variées, leur rend inaccessible l'idée des composantes si diverses, tour à tour mécaniques, physiques, chimiques, organiques, qui constituent le tout *organisé*. Ainsi advient-il que des hommes déprécient ou condamnent de la manière la plus légère les véritables savants, par suite d'une radicale et inconsciente divergence dans leurs points de départ respectifs.

On admettait généralement une *grande* et une *petite* circulation. De cette division sont issues quantité de méprises. En effet, M. Hiffelsheim, dans un travail publié en 1849 (2), a montré qu'il n'y a en réalité qu'un seul cercle circulatoire, et qu'il ne fallait point sortir de cette notion dont on

(1) *Analyse de la Chimie anatomique* de Ch. Robin et Verdeil (*Gaz. médicale*, 1853).

(2) *Journal de chimie et de physique*, de Laurent, Gerhardt et Nicklès, 1849.

est redevable à Harvey. Partant d'un point donné du cœur, le sang y revient tout entier. Or, il n'y a qu'un circuit et que ce circuit. Le cercle n'est interrompu sur aucun point; il est clos de toutes parts. Ces deux trajets qui se complètent l'un l'autre, à savoir, l'un à travers les poumons, l'autre à travers tout le reste du corps, et qui forment ainsi un cercle, représentent en réalité chacun un segment de celui-ci. Le cœur, ou mieux les deux cœurs, placés sur deux points du parcours total du sang, ne sont eux-mêmes que deux étapes dans le trajet desquelles le liquide est renforcé dans son activité mécanique. De là résulte la solidarité la plus complète entre toutes les molécules en mouvement; la transmission de chaque effet produit en un point donné, a tous les éléments renfermés dans les canaux vasculaires, artères, veines et capillaires. Il en résulte surtout ceci, c'est qu'une déplétion subite qui se produit sur un point peut se compenser par une augmentation subite de la masse sur un autre point jusqu'à complète répartition. Enfin, l'égalité de capacité entre les deux corps de pompe que l'on appelle *cœur* n'est point une nécessité, puisque le sang qui pénètre dans le poumon peut bien ne pas sortir tout entier, pourvu qu'il trouve à s'y loger. Les nombreuses conséquences qui découlent de cette théorie vraie de la circulation se montrèrent à nous, dès l'apparition de ce travail, d'une importance assez grande pour que nous ayons écrit (1) : « C'est à ce nouveau point de vue hémodynamique qu'il faut étudier toutes les questions relatives à la circulation. » C'est ainsi que M. Hiffelsheim est arrivé à distinguer la *durée* d'une révolution circulatoire de ce que l'on confondait généralement sous le nom de *vitesse*.

Circulation extra-cardiaque. (Académie des sciences.)

Les deux cœurs droit et gauche accolés, afin d'atteindre une parfaite simultanéité d'action, exercent une pression variable, mais intense, sur le liquide qu'ils renferment. Celui-ci réagit à son tour sur le solide. De ce double conflit du solide et du liquide, naissent des manifestations multiples, que l'on a confondues et méconnues. Le liquide, dans le cœur, était généralement considéré comme exclusivement passif. Or, c'est en méconnaissant son rôle actif par réaction que l'on est arrivé, depuis deux siècles, à cette inextricable confusion qui éclate dans bien des travaux modernes.

Ce physiologiste (2) a commencé par établir une distinction fondamentale entre les mouvements *absolus* et les mouvements *relatifs*. Les mouvements relatifs consistent dans : 1° le changement de volume des capacités cardiaques; 2° le changement de forme; 3° le changement de consistance, qui dépend d'un mouvement des fibres constitutives de la paroi, phénomènes qui

(1) *Nysten*, revu par Littré et Ch. Robin, art. CIRCULATION et LOCOMOTION DU CŒUR, CIRCULATION, CHOC, RECUL et SYSTOLE. (Voy. aussi Béraud, *Éléments de physiologie*, Paris, 1856, in-12, 2e édition, t. II, p. 293 et suiv.)

(2) Hiffelsheim, *Mouvements absolus et relatifs du cœur* (*Mémoires de la Société de biologie*, 1854, p. 273).

dépendent tous ensemble de la contraction et du relâchement des parois musculaires du cœur. Ce sont ces deux mouvements alternatifs de contraction et de relâchement qui augmentent ou diminuent les dimensions des divers diamètres du cœur. De là est résultée une longue discussion forcément stérile, parce qu'elle se tenait en dehors des faits, pour arriver à établir à quel moment le cœur se raccourcit dans son diamètre vertical ou longitudinal.

La contraction des deux cœurs entraîne forcément la diminution du volume des cavités respectives. La contraction des ventricules, qui met en action les fibres musculaires avec leurs dispositions si spéciales, amène le raccourcissement du diamètre longitudinal ; l'expérience faite sur des corps élastiques, représentant l'une des propriétés fondamentales des corps contractiles, a démontré à M. Hiffelsheim ce fait sans réplique pour tous les diamètres. C'est à ce moment que forcément sa consistance devient plus ferme, et qu'aussi la pointe du cœur peut changer de position, dans certaines espèces, par rapport à la masse du muscle. Cet effet est attribué à des fibres spiroïdes en contraction, que l'on apprend à connaître dans l'étude *statique* du cœur. C'est le phénomène connu sous le nom de *redressement* de la pointe, qui, cependant chez les mammifères, est extrêmement limité et consiste en un léger avancement de la pointe vers le plan antérieur du cœur.

Durant le relâchement, le cœur (ventricules) augmente de volume extérieur, perd sa dureté, s'allonge et s'étend en tous sens, et offre une plus grande capacité.

Voilà les mouvements relatifs caractérisant immédiatement la *systole* et la *diastole*, expressions qui embrassent tout cet ensemble de phénomènes.

Pendant ces actes, le cœur peut ne pas déplacer son centre de gravité. De là, la juste dénomination de mouvements *relatifs*, expression empruntée dans sa rigueur aux sciences mécaniques.

A côté de ces mouvements, plus ou moins étendus dans les diverses parties du cœur et portant sur son état intrinsèque, se présente un autre phénomène, le seul perceptible à l'extérieur, sur une poitrine intacte, c'est le *battement* du cœur.

Cette manifestation varie de siége, d'étendue, d'intensité. Chez l'homme, elle varie avec la position, l'attitude ; les diverses conditions pathologiques produisent des variétés dans la manifestation extérieure, qui sont également subordonnées aux divers modes de station et de position. Les modifications que peuvent introduire ces changements d'attitude et de position montrent, jusqu'à l'évidence, qu'il n'existe pas de rapports fixes pour le cœur ; que les organes ambiants qui constituent son milieu dans la cage thoracique ne lui créent point une prétendue fixité.

Tout ce qui entoure le cœur est élastique, flexible ou extensible. De plus, le cœur est comme suspendu, selon l'expression employée, dans une cavité à parois lisses et glissantes comme sa propre surface extérieure. Un organe suspendu peut néanmoins reposer sur un plan horizontal ou oblique. La suspension n'exclut en aucune manière l'existence d'organes limitrophes. Ceux-ci

ne restreignent les mouvements de l'organe qu'ils environnent que dans la limite de leur juxtaposition, de leur propre fixité et du degré de résistance qu'ils sont capables d'opposer au cœur qui tendrait à se déplacer. Des personnes semblent avoir imaginé un cœur de fantaisie qui serait scellé dans la poitrine. S'il en était ainsi, le cœur manifesterait ses mouvements au dehors d'une manière invariable, quelle que fût l'attitude du sujet observé. Il n'en est rien ; il suffit de se pencher en arrière, en adossant sa tête contre un mur, de manière à prendre plus ou moins une position parallèle avec le sol, pour voir diminuer considérablement le battement précordial (1). Le simple poids du cœur suffit pour faire changer son rapport avec la paroi antérieure de la poitrine. Les organes ambiants sont incapables d'y mettre un obstacle absolu. Le péricarde lui-même ne délimite point la surface extérieure du cœur. Celui-ci s'y meut librement par glissement pour l'accomplissement de ses actes. Et quand un épanchement ou des adhérences viennent y mettre obstacle, on sait quelle perturbation de cet accomplissement en résulte.

En *principe* donc et en fait, le cœur peut ne pas occuper une situation invariable. Un déplacement de moins d'un centimètre serait suffisant pour rendre compte des phénomènes en question. Nous allons voir que de *fait* il se déplace. Ainsi que l'a dit M. Hiffelsheim, il se déplace comme il peut ; c'est-à-dire en raison de ce qu'il peut. La simple inspection des dispositions anatomiques du cœur et des gros vaisseaux qui le maintiennent en quelque sorte suspendu, a fait concevoir à M. Hiffelsheim l'idée que le cœur devait subir une réaction hémodynamique résultant du double conflit du liquide sanguin et des parois cardiaques qui le pressent de toute part, durant la systole, pour l'expulser. On sait que les axes respectifs des deux gros vaisseaux ventriculaires prolongés au delà de la base du cœur se coupent. Quand donc les deux cœurs se contractant simultanément, expulsent le sang subitement par une systole plus ou moins instantanée, les forces opposées et antérieurement équilibrées des deux sections correspondantes à celles qui viennent de donner issue au liquide, réagissent sur le cœur et tendent à l'entraîner. Si les deux forces devenues libres étaient égales, le cœur pourrait subir un double mouvement. Mais l'inégalité des deux cœurs droit et gauche si bien établie pour les conditions normales, impose un raisonnement différent. Le cœur gauche est trois fois plus épais que le cœur droit :: 5 : 15. Ce sont donc deux forces inégales qui résultent de l'état de contraction respectif de chacun des deux cœurs. Ces deux composantes appliquées à une même masse tendent à imprimer à celle-ci un mouvement dirigé dans le sens de la résultante. Cette tendance ne pouvait être gênée absolument, d'après les données anatomiques que nous avons précédemment exposées. Avec ou sans déplacement de son centre de gravité, le cœur devra subir cet effet et le manifester au dehors, selon le degré de force déployée durant sa systole. La pression

(1) *Dict. de médecine de Nysten*, édition Littré et Robin, art. RECUL, et Béraud, *Éléments de physiologie*, Paris, 1856, 2e édit., t. II, p. 294.

du sang dans les grosses artères donne une idée du travail mécanique dont est capable le cœur en systole. Les appréciations les plus variées permettent de penser que le sang, au sortir du cœur, a une force qui lui permet d'entraîner la masse du cœur avec une grande puissance. Il en résulte donc que, s'il y a obstacle au déplacement, la manifestation extérieure ne saurait être entravée complétement, parce que la masse du cœur n'est pas assez grande pour détruire le mouvement communiqué à ses molécules et qu'il n'existe pas, outre les lobes pulmonaires, d'organes capables de s'opposer à la communication du mouvement du cœur au thorax. Cette communication de mouvement des parois cardiaques aux parois thoraciques, est l'explication qu'avait donnée M. Hiffelsheim du phénomène connu sous le nom de *battement* du cœur, appuyée sur ces trois ordres de preuves qui en démontrent l'exactitude.

Il s'agit de démontrer qu'une enveloppe contractile, chassant un liquide de son intérieur, par une ou plusieurs ouvertures de sa paroi, éprouve, *avant toutes choses*, une réaction rectiligne dirigée en sens inverse de la résultante des forces qui représenteraient l'intensité des jets.

En effet :

Il suffit, pour rendre cette proposition évidente, de s'appuyer sur deux principes fondamentaux d'hydraulique et de mécanique.

1. Le premier établit que, toutes les fois qu'une paroi fixe fermée est pressée de toutes parts par un liquide, et lui donne issue par un quelconque de ses points (qu'il y ait entrée ou non par tout autre point), la pression du liquide sur ce point étant supprimée, le vase subit des réactions différentes de celles qu'il subissait lorsque l'écoulement n'avait pas lieu; il y a tendance au mouvement, en vertu du changement d'intensité et de position de la résultante finale, qui ne peut plus être égale à zéro, si elle l'était primitivement.

2. Le second principe établit que dans les phénomènes des chocs des corps les forces qui naissent sont identiques, quel que soit le corps choquant, à celles qui auraient lieu si l'un des corps étant en repos, l'autre était animé subitement de la vitesse *relative* qu'il possède par rapport au second, dans leur commun mouvement.

Or, dans le cas présent, nous avons une enveloppe contractile ou élastique, expulsant un fluide fixe par sa compression.

Le phénomène se passera exactement, quant aux réactions produites, comme si nous avions une enveloppe fixe contenant un fluide élastique dont le volume augmenterait.

Dans ce second cas, qui est celui des fusées d'artifice, du recul des armes à feu, il y a tendance au déplacement de l'enveloppe, en sens inverse du jet fluide.

Donc, notre proposition ramenée à une proposition évidente, est démontrée.

Cette déduction nous fournit un corollaire général :

Toutes les fois qu'une cavité close à parois mobiles expulse un liquide par un orifice, cette cavité aura une tendance au recul.

Appliquant ce principe à l'économie vivante, nous devons admettre que la

vessie, par exemple, et d'autres organes creux peuvent se trouver, au moins dans des circonstances données, dans le cas du cœur.

La nature de la paroi ne saurait exercer une influence directe dans cette question ; sa mobilité sans doute a pour condition, certaine composition ; mais c'est la propriété d'être mobile qui constitue la condition physique immédiate dont nous avons à nous occuper en ce moment.

Ce point fondamental de doctrine a été contesté par un grand nombre de personnes sur le terrain même de la mathématique. Voici en quels termes l'éminent mécanicien, M. Delaunay, a confirmé la parfaite exactitude de cette démonstration (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LVIII, séance du 9 mai 1864 : *Rapport sur une note de M. Hiffelsheim, relative à la théorie des battements du cœur*, par MM. Coste, Cl. Bernard, Delaunay, rapporteur) :

« L'Académie a renvoyé à notre examen une note de M. Hiffelsheim, dans laquelle l'auteur revient et insiste sur une proposition qu'il avait déjà formulée dans un précédent mémoire présenté le 27 novembre 1854. Cette proposition consiste en ce que les battements du cœur sont dus à un recul de cet organe, occasionné par l'expulsion périodique du sang dans les artères. M. Hiffelsheim y avait été conduit par des considérations théoriques, et il avait cherché à confirmer l'exactitude de ses idées par l'expérience, à l'aide d'un appareil où il avait reproduit autant que possible les conditions dans lesquelles le phénomène se développe naturellement.

» Ce travail a été l'objet de nombreuses critiques, et, à l'aide de raisonnements spécieux, on a tenté de prouver que l'effet de recul auquel l'auteur attribue les battements du cœur n'a pas d'existence réelle. M. Hiffelsheim, que ces critiques n'ont pas convaincu, persiste à penser qu'il est dans le vrai en disant que, à chaque pulsation, le cœur éprouve un mouvement de recul. Nous sommes complétement de son avis. Les principes de la mécanique rationnelle ne permettent pas le moindre doute à cet égard. Toutes les fois qu'un système matériel est en repos, et que, par suite du développement de forces intérieures, une partie du système se met en mouvement dans un sens, il se produit *nécessairement* dans d'autres parties du système un mouvement en sens contraire, de telle manière que, si l'on projette les mouvements de toutes les parties du système matériel sur un axe quelconque, *la somme algébrique des quantités de mouvement projetées soit égale à zéro*. Au moment où les ventricules du cœur, remplis de sang, se contractent de manière à lancer ce sang dans les artères, le double jet liquide qui se produit ainsi, par deux orifices situés d'un même côté du cœur, détermine nécessairement un mouvement de la masse du cœur lui-même dans le sens opposé, c'est-à-dire un véritable mouvement de recul de son centre de gravité. Si, après chaque pulsation, le cœur conserve à l'intérieur du corps exactement la même position qu'avant, c'est que le déplacement dû à ce recul est bientôt détruit en totalité par la réaction des organes élastiques voisins, auxquels le cœur est attaché ou simplement juxtaposé.

» Quant à la part que ce mouvement de recul du cœur a nécessairement dans la production de ses *battements*, nous ne l'apprécions pas. Nous devons nous tenir à cet égard dans une grande réserve, en raison de la complexité du phénomène dont il s'agit. »

Le langage de la mécanique rationnelle, et ses procédés de démonstration étant inconnus au plus grand nombre de personnes cultivant les sciences naturelles, ce physiologiste a créé un deuxième mode de démonstration. Il s'est fondé sur une propriété fondamentale des parois du cœur, l'élasticité, qui est une condition de leur activité, pour étudier les propriétés des corps élastiques tels que le caoutchouc. Les mêmes expériences cependant ont été exécutées sur des cœurs humains.

A cet effet, il disposa des poches de caoutchouc qui représentaient le cœur simple, et qui, distendues à volonté par de l'eau soumise à de fortes pressions, produisaient en se rétractant l'effet d'une contraction. Ces poches subissaient l'effet du recul de quelque façon qu'on les disposât : que le liquide fût projeté à l'air libre ou qu'il fût projeté dans un canal renfermant lui-même un liquide soumis à une forte pression. On a constaté par ces expériences multiples et variées l'influence qu'exerce, sous une pression constante, la quantité variable de liquide expulsée. On comprend l'importance de cette étude au point de vue des capacités variables du cœur. On a étudié ensuite l'influence des variations dans la pression, avec un poids constant de liquide. On parvient à expliquer ainsi rigoureusement les variations que peut présenter dans son intensité le battement du cœur, soit par l'hypertrophie, soit par une simple augmentation dans l'énergie de la contraction. Enfin, on a établi l'influence que pouvaient exercer les variations de diamètre des orifices, toutes choses étant égales d'ailleurs. Quoique emprunté à la physique expérimentale, cet appareil fournit des données précieuses, par analogie, à la physiologie normale et pathologique. On a vu dans quels termes il a été approuvé dans le *rapport* de M. Delaunay.

Nous avons à parler à présent d'un autre ordre de preuves directes, choisies dans la physiologie expérimentale et dans la physiologie comparée.

Quand on arrache un cœur de la poitrine, on voit cet organe continuer à se dilater et à se contracter. Quand, à l'exemple de M. Hiffelsheim, on lie les vaisseaux efférents du cœur, on voit le cœur, à l'état de réplétion, continuer des alternatives de mouvements diastoliques et systoliques. Ce fait nous l'avons retrouvé récemment, quand nous avons lié les vaisseaux sur des animaux et excisé le cœur, afin de lui conserver le plus possible les capacités telles qu'elles interviennent dans la circulation de ces animaux. Mais ce qu'il n'est plus possible de voir, c'est un mouvement de totalité. Ce fait a été mis hors de doute par une série d'expériences présentées à l'Académie des sciences par le même auteur. Ce travail, intitulé *Influence de la ligature des gros vaisseaux du cœur*, a résolu par voie directe le problème de l'influence du recul sur le battement du cœur. Il est essentiel de se rendre compte du véritable but

de cette expérience pour la comprendre. En effet, il n'y a qu'une seule circonstance à constater, c'est l'absence d'une impulsion précordiale. Il est des personnes qui avaient imaginé que l'on pourrait voir avec les yeux une semblable absence. D'autres, sentant un mouvement derrière les parois thoraciques, ont confondu les mouvements *relatifs* du cœur qui devaient persister, avec le mouvement *absolu* qui était absent. On ne voit pas un choc. A moins de faire intervenir un levier, transmettant le mouvement communiqué, on ne peut qu'entendre le choc s'il est transmis à un corps sonore, ou le sentir à la main s'il arrive à sa portée. Chez un sujet atteint d'hypertrophie du cœur, on peut voir jusqu'à un certain point la paroi pectorale repoussée. Mais même le sujet affecté, non moins que le sujet sain, peuvent anéantir tout phénomène *visible*, en changeant le mode de station. C'est pourquoi M. Hiffelsheim procédait de la manière suivante (1) :

« Après avoir constaté ce choc chez un animal (lapins, chiens) dans sa station normale, je le renverse et j'introduis dans la trachée une sonde pour la respiration artificielle, puis j'ouvre le côté droit, en perdant le moins de sang possible. A cet effet, on conserve intactes les parois près de l'aisselle, du sternum, et près de la colonne vertébrale. Après m'être assuré, la poitrine étant ainsi ouverte ou en partie, que le cœur ne bat plus sensiblement, l'animal étant sur son dos, et, au contraire, très-normalement, quand il est sur ses pattes, je lie successivement les veines caves avec des serres-fines à larges mors ; le choc du cœur, diminué par l'une des veines, s'éteint lorsque toutes deux sont liées. Pour les yeux, l'étendue seule est modifiée dans les changements de forme du cœur, c'est-à-dire ses mouvements relatifs. Il faut redresser l'animal sur ses pattes pour constater soit la présence, soit l'absence du choc précordial dans ses conditions anatomiques à peu près normales. Si alors j'enlève encore successivement les serres-fines, je sens le choc et l'ébranlement thoracique renaître puis reparaître complétement, — L'animal peut vivre une heure. — Il est une contre-épreuve qui peut naître de l'expérience même : quand la ligature est mal faite, on sent une légère impulsion précordiale. Il faut encore observer les règles suivantes, si l'on veut ne pas se méprendre sur ce qui se passe, et si l'on ne veut pas s'exposer à chercher les phénomènes qui ne peuvent ni ne doivent se passer dans ces conditions. Ainsi, il faut : 1° s'assurer (par le toucher) de la persistance du rhythme normal dans les mouvements du cœur ; 2° ne pas perdre de vue que le choc thoracique, ne pouvant être apprécié convenablement que sur un thorax, il ne faut pas que l'on ait détruit celui-ci dans la région où la pulsation cardiaque se manifeste. L'ouverture de la poitrine, en déplaçant les viscères et par conséquent le point où se manifeste l'impulsion, rend ce précepte plus rigoureux encore. On peut chercher longtemps et vainement un choc, quand le cœur se trouve éloigné de la paroi ou que celle-ci n'existe plus dans les points où elle est indispensable. »

(1) 3e Mémoire, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1856, t. XLIII, p. 745.

Ces données élémentaires, il faut les rappeler pour expliquer comment l'expérience délicate, instituée en vue d'un but très-spécial, peut donner lieu aux plus étranges erreurs d'interprétation. Comment, par exemple, alors qu'il est établi que les mouvements relatifs doivent persister, et que le mouvement absolu doit seul disparaître, on arrive à confondre ce qui persiste avec ce qui est absent.

Les conditions de manifestation du mouvement de totalité, du mouvement absolu, avec déplacement du centre de gravité, avaient été nettement établies pour les corps à parois élastiques.

Les parois du cœur sont élastiques en raison de dispositions anatomiques dont j'ai parlé ailleurs (voy. ci-dessus, page 428) ; et des dispositions anatomiques propres viennent ajouter ici la contractilité à l'élasticité. Il découle de là que ce qui est vrai pour les corps élastiques ne peut pas cesser de l'être, parce qu'un tissu contractile s'ajoute à celui qui donne la résistance et l'élasticité sans détruire celles-ci.

D'autre part, le recul, réaction hémodynamique, antérieurement bien établi dans l'hydrodynamique, s'exerçant indistinctement dans tous les sens, dans toutes les directions, ne s'appelle *recul* qu'eu égard à la condition la plus générale du recul dans les armes à feu ; il a donné lieu à quantité de surprises, parce que cette notion fondamentale, qui constitue comme son essence, n'a pas été comprise.

Nous allons exposer la question sous une autre face. M. Hiffelsheim (2e Mém., 1855) a invoqué l'exemple si important et si décisif du recul des *céphalopodes* que nous avions introduit dans la science, à titre d'étude du mode de progression de ces animaux. M. Segond et moi (1) avons montré que l'énergie de la locomotion est en rapport, sur chaque espèce de ces animaux, avec le degré de développement de la sensibilité générale de la peau. Quant au mécanisme de la locomotion, qui avait déjà occupé l'esprit de grands naturalistes, de Blainville, de Cuvier, etc., il avait été à peine entrevu. Le mouvement général résulte de la projection d'une certaine quantité d'eau dont l'animal remplit préalablement sa bourse, et qu'il chasse par une contraction vigoureuse de celle-ci, à travers l'étroit orifice de son entonnoir. L'eau, comprimée de toutes parts, fait en quelque sorte explosion par l'entonnoir, tandis que, par suite de sa pression sur tous les autres points, elle détermine une translation du mollusque dans une direction opposée à celle de son issue par projection. Quand le sommet de l'entonnoir ouvert en avant correspond à l'axe de l'animal, la locomotion a lieu à reculons ; c'est le cas ordinaire. Elle a lieu en avant lorsque le céphalopode rapproche ses bras en une masse conique, et recourbe l'entonnoir, de manière à diriger son orifice en arrière. Elle a lieu de plus en haut ou en bas, à droite ou à gauche, quand il dirige

(1) Robin et Segond, *Mémoire sur la locomotion des Céphalopodes ; remarques comparatives sur celle du Calmar* (Loligo vulgaris, Lam.), *de la Seiche officinale* (Sepia officinalis, Lin.), *et du Poulpe commun* (Octopus vulgaris, Lam.) (*Revue et Magasin de zoologie*, Paris, 1849, in-8, p. 333).

l'orifice en sens opposé à celui où il veut aller; car, en résumé, cette locomotion a lieu d'après le mécanisme du recul d'un fusil *qui repousse*. La bourse ou poche contractile n'est pas sans analogie de forme et de dimensions avec les ventricules. Une cloison médiane la divise en deux cavités qui aboutissent à un seul conduit de projection ou *entonnoir*. Ici les couches musculaires de la bourse sont soumises à l'influence de la volonté, et à volonté aussi l'animal se meut par grandes projections interrompues ou répétées de loin en loin, ou par une succession de projections très-rapprochées l'une de l'autre, déterminant une progression continue, en ligne droite ou courbe, selon la direction donnée à l'entonnoir et par suite au courant d'eau chassée. Dans cette locomotion, le point d'appui n'est pas extérieur au corps de l'animal comme dans le cas de la natation des poissons et des cétacés, ni comme chez les crustacés décapodes macroures, dont la locomotion est une projection par détente de l'abdomen recourbé appuyant contre l'eau extérieure. Chez les céphalopodes, le point d'appui est pris sur l'eau introduite à l'intérieur de la poche locomotrice et repris autant de fois qu'il exécute un mouvement de translation; l'animal tombe au fond dès qu'il cesse les contractions qui vident et remplissent alternativement cette bourse, parce que ce point d'appui intérieur instantanée disparaît avec le liquide. La réaction de celui-ci sur la paroi qui le presse et durcit alors, étant égale à la pression qu'il en reçoit, une double projection du liquide dans un sens et du solide en sens opposé en est la conséquence, par suite des dispositions anatomiques existantes, et celle-ci en raison de celle-là.

Ceux qui ont refusé de croire à la locomotion du cœur du côté de son extrémité close, parce que, selon eux, « la poche contractile, le cœur, crée lui-même toute la force déterminant l'écoulement du liquide et oppose, par conséquent, une résistance au recul, qui est toujours au moins égale à la tendance que le système pourrait avoir à reculer » (1), ceux-là, dis-je, ont trop oublié l'étude de la physiologie comparée; elle leur aurait montré que, chez les céphalopodes, *la poche contractile crée elle-même toute la force déterminant l'écoulement du liquide et n'oppose nullement*, *tant s'en faut*, *une résistance au recul égale à la tendance que le système pourrait avoir à reculer.* L'objection précédente, imaginant une mystique influence d'une force sur soi allant jusqu'à s'annuler elle-même, ne serait jamais née en présence de tout un ordre d'animaux n'ayant pas d'autre appareil de locomotion qu'une *poche contractile* sphéroïdale ou cylindroïde selon les espèces, *créant elle-même toute la force qui détermine l'écoulement du liquide*, en sens inverse duquel est projetée cette poche même, ainsi que le reste de l'animal dont elle fait partie. Une notion suffisante des dispositions anatomiques qui favorisent la prise d'un point d'appui locomoteur instantané sur la masse dont l'incompressi-

(1) Voy. Spring, *Mémoire sur les mouvements du cœur* (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, 1860-1861, in-4, t. XXIII, p. 97); excellent travail, trop négligé dans les discussions récentes.

bilité se prête à une réaction équivalente à l'action de la paroi qui se tend et se durcit sur cette masse, eût également évité des objections de ce genre.

Quant au cœur, il glisse contre les plans lisses et humides entre lesquels il est enfermé aussi facilement que les céphalopodes au sein de l'eau qui les entoure ; et ses moyens de fixité sont assez lâches pour permettre un déplacement de plus de 1 à 2 centimètres, ce qui est plus que ne l'exige l'accomplissement du soulèvement thoracique observé.

En interprétant ce procédé de locomotion des céphalopodes, question de physiologie comparée trop négligée des physiologistes, la démonstration de M. Hiffelsheim se trouve prouvée jusqu'à l'évidence. Après que l'on a assigné au recul des céphalopodes sa vraie place, il faut conclure comme M. Chevreul en face de l'appareil élastique : que le recul du cœur ne peut pas ne pas être.

En effet, nous avons, dans l'un des cas comme dans l'autre, une poche musculaire expulsant par contraction le liquide qu'elle contient ; le céphalopode, poulpe, seiche ou calmar, marche où il veut, se lance à des distances plus ou moins notables ; le liquide qu'il chasse pénètre dans l'eau, puisque l'entonnoir y plonge. De même, le liquide sortant des cœurs simples de caoutchouc (faits presque à l'instar de la poche musculaire de ces animaux), de même encore le liquide sortant du cœur vrai pénètre dans une masse liquide qui n'est illimitée que dans le cas des céphalopodes placés au sein de l'eau.

Le cœur, par contre, se déplace comme il peut. Quand il y a pour lui obstacle, l'effet de recul n'est point perdu.

Voici en quels termes ce physiologiste a replacé la question sur son vrai terrain dans le mémoire présenté à l'Institut le 18 avril 1864, sujet du rapport de M. Delaunay :

« En étudiant les conditions anatomiques dans lesquelles le cœur fonctionne, les plus éminents anatomistes et physiologistes de l'Allemagne, après de longues et patientes recherches, se trouvent dans le plus complet désaccord, par l'impossibilité de juger complétement sur le vivant et de retrouver les rapports invariables après la mort. Tels sont Bamberger, Ludwig, Hamernick, Skoda, Luschka, etc. Il n'en saurait être ainsi de ma théorie fondamentale, laquelle, si elle est vraie, s'appliquera en principe à tous les cas où les conditions physiques du recul sont anatomiquement réalisées. Aussi ma première et principale réponse s'adresse-t-elle au travail de M. Giraud-Teulon, ancien élève de l'École polytechnique, qui a, le premier, attaqué dans sa base la doctrine du recul. Il nie absolument la justesse de ma démonstration, et mon théorème et son application, et le recul des poches de caoutchouc et celui de mon appareil, dont il critique les dispositions au point de vue de son objet.

» Ceci est capital, car ma démonstration étant du domaine de la mécanique, science exacte, l'un de nous deux représente la vérité palpable. Mes études sur les mêmes appareils, que mon contradicteur dit avoir examinés, m'ont

démontré le recul. J'ai débuté par cette vérification, dans le laboratoire de notre éminent physiologiste, M. Cl. Bernard. Ce recul se produit également dans des poches musculaires dont j'avais établi l'analogie, comme l'enveloppe de beaucoup de céphalopodes, étudiée pour la première fois dans sa signification physiologique par M. Charles Robin. De même encore se produit-il par la contraction de la cavité rectale des larves de libellules que M. Blanchard a si bien étudiées. Mais, dira-t-on, ces faits ne sont que des analogues, et si, dans ces cas de recul, même l'animal tout entier est transporté, dans le liquide qu'il habite, par la contraction d'une poche musculaire, ces conditions ne sont pas celles du cœur. Il y aurait bien à répondre à ces exigences inusitées et déplacées en physiologie. J'aime toutefois mieux demeurer sur le terrain positif de la mécanique. Je dois d'abord faire remarquer que l'on s'est mépris en assimilant un point essentiel de ma doctrine à l'opinion de Skoda. Ce grand médecin parle d'un mouvement de haut en bas, qui ne signifie pas recul, physiquement parlant; MM. Chauveau et Faivre également. Il y a là une erreur d'interprétation. Ces opinions, ces prétendus déplacements, n'ont rien de commun, probablement, avec ma doctrine. (Voy. 2e mémoire, 1855.)

» Je n'ai pas imaginé, inventé un mouvement. J'ai tout simplement donné une explication du battement du cœur, variable de siége, d'étendue, d'intensité, et qui en lui-même est déjà si diversement interprété. Je rappellerai que *recul* et *déplacement sensible* ne sont pas synonymes; que la réaction qui produit le recul est indépendante de sa perception extérieure ; que si cette réaction peut entraîner virtuellement, il ne s'ensuit pas qu'elle entraîne effectivement; elle peut laisser l'organe sur place, par le fait d'obstacles ambiants, et en conséquence il y aura ou non, selon le cas, ébranlement de la paroi thoracique, soulèvement, etc. Les animaux reculeurs seuls, jusqu'ici, offrent l'exemple manifeste et constant du déplacement du centre de gravité, ou mouvement *absolu*, coïncidant avec le début du mouvement *relatif*, changement de forme, de volume. Le mode de station, les agents de transmission, sont autant d'éléments à considérer quant à la perception, une fois la réaction produite. Ce sont autant de données *à priori*, découlant des principes physiques sur lesquels j'ai appuyé ma démonstration.

» Mais, diront les personnes qui m'ont vu expérimenter sur mon appareil, ou qui s'en rapportent à mon travail, « vous aviez un recul effectif, donc » c'est un pareil recul que vous supposiez dans le cœur. » Un recul possible en principe, oui ; mais effectué toujours, non. En découvrant toutes les particularités qui font varier ce recul, je n'ai entendu que rendre visible et tangible ce qui ne l'est pas en physiologie. Lorsqu'on sentira chez un mammifère, par exemple, un battement cardiaque, de quelque façon qu'il arrive au dehors, il sera, selon moi, toujours dû essentiellement à cette cause.

» Le déplacement est virtuel ou effectué, le choc est ou n'est pas , fort ou faible, quand il est, voilà sa source. On m'a oppposé une expérience de Valentin qui a consisté à couper la pointe du cœur, sans que par là on vît changer les mouvements de cet organe. Je n'examinerai pas cette expérience

si insuffisante, et je rentrerai hâtivement dans le domaine des sciences exactes qui m'apprennent que la résultante des deux lignes de force ne s'applique ni géométriquement ni anatomiquement à la pointe du cœur. Tant d'éléments peuvent faire varier ce point d'application, qu'il est presque oiseux de le déterminer. D'ailleurs, mon dessin indiquait une région supérieure à la pointe, et comme les effets se produisent en réalité sur toute une région, et non sur un point mathématique, je crois cette objection écartée. Je ne redoute rien tant que les abus des sciences exactes, qui compromettent leur usage dans la science la plus relative et la plus complexe, la biologie. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1864, in-4°, t. LVIII, 18 avril.)

Les zoologistes ont eu moins de peine à comprendre la portée de cette théorie ; aussi voyons-nous M. Milne Edwards s'exprimer en ces termes : « Le cœur tout entier peut subir un certain déplacement, au moment de la systole ventriculaire, par l'action du jet lancé dans les artères, etc. » (*Cours d'anat. et de physiologie comparées.*) Toutefois, avec divers physiologistes, il admet d'autres causes, mais sans apporter, plus que ses prédécesseurs, la démonstration expérimentale de celles-ci. M. Hiffelsheim a suffisamment réfuté (1854) les autres opinions, ne reposant que sur des vues de l'esprit ou sur des aperçus insuffisants et défectueux, au point de vue de la physique et de la mécanique.

Il n'est pas inutile, du reste, de noter que le *pouls précordial* est ainsi appelé par comparaison avec le pouls artériel qui a lieu en même temps que lui. Seulement ce dernier est dû à la diastole ou dilatation artérielle causée par un afflux de liquide ; tandis que le soulèvement précordial coexiste avec un phénomène inverse : la systole ventriculaire ou diminution de volume de cette partie du cœur qui se désemplit par issue du sang pour amener la réplétion artérielle. Le pouls précordial est déterminé par un déplacement de totalité du cœur coïncidant avec le déplacement du sang en sens inverse et reconnaissant la même cause (une force devenant subitement libre sur la section opposée aux orifices), d'où sa coexistence avec le pouls artériel ; il est dû à un changement momentané de situation du cœur et nullement à sa diminution de volume, ni à l'augmentation de consistance des ventricules qui se manifeste au même instant. Par ce déplacement de dedans en dehors le cœur soulève, en la poussant, la paroi thoracique qu'il touche, et il ne se déplace que proportionnellement à ce soulèvement ; d'où la sensation de pulsation perçue par la main brusque et intense, comme la systole qui la suscite, quoique sans heurt proprement dit (1).

Nous verrons dans le prochain numéro comment la circulation intra-cardiaque s'éclaire d'une vive lumière à l'aide des données rappelées précédemment.

(1) Voyez, du reste, pour ces questions et leurs compléments, Béraud, *Éléments de physiologie*. Paris, 1856, in-12, 2e édit., t. II, p. 294, 295, 332, etc.

MÉMOIRE

SUR LES

PHÉNOMÈNES D'INNERVATION CÉRÉBELLEUSE [1]

Par M. le Dr LUYS,

Membre de la Société de biologie, etc.

REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'INNERVATION CÉRÉBELLEUSE.

Nous nous proposons d'examiner ici successivement les phénomènes qui apparaissent lorsque :

1° L'influx cérébelleux est intéressé dans l'intégrité du *substratum* qui le produit, c'est-à-dire lorsque l'on enlève des portions plus ou moins considérables de lobes cérébelleux aux animaux mis en expérience ;

2° Lorsqu'il est pareillement intéressé à son moment d'émergence, par suite de l'interruption des conducteurs qui l'exportent (section des pédoncules cérébelleux) ;

3° Lorsque les lésions expérimentales portant exclusivement sur les expansions cérébelleuses périphériques, intéressent les réseaux de la substance grise de la protubérance, du *locus niger* du corps strié, etc., à l'aide desquels il opère sa dissémination.

I. Tous les physiologistes sont unanimement d'accord sur ce point : c'est que la substance propre des lobes cérébelleux est complétement insensible aux irritations mécaniques et aux mutilations dont elle peut être le siége. C'est déjà là une donnée importante, qui concorde d'une manière satisfaisante avec les faits anatomiques tels que nous les avons déjà indiqués, et d'une autre part avec les observations cliniques.

Tous les expérimentateurs sont encore presque unanimes, lorsqu'ils décrivent les troubles fonctionnels qui apparaissent chez les animaux, soit mammifères, soit oiseaux, lorsqu'on vient à les

(1) Ce mémoire fait partie de *Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal*, dont l'ensemble sera publié chez J. B. Baillière et fils.

priver d'une portion plus ou moins notable de leurs lobes cérébelleux. « Quand on enlève, dit Flourens, soit sur des pigeons, soit sur des mammifères, des portions successives du cervelet, on voit que l'animal perd graduellement la faculté de voler, de marcher, puis enfin celle de se tenir debout. On peut ainsi, par des coupes habilement ménagées, ne supprimer que le vol, ou le vol et la marche, ou la marche et la station. En disposant du cervelet, on dispose de tous les mouvements coordonnés de la locomotion, comme en disposant des lobes cérébraux on dispose de toutes les perceptions (1). » Longet a signalé des phénomènes analogues : « Prenez deux pigeons, dit-il : à l'un, enlevez entièrement les lobes cérébraux, à l'autre la moitié du cervelet ; le premier, le lendemain, sera solide sur ses pattes ; le second vous offrira la démarche incertaine de l'ivresse (2). » Les intéressantes recherches de Wagner, entreprises et poursuivies depuis longues années sur ce point spécial de la physiologie du système nerveux, l'ont conduit à des conclusions analogues (3).

Nous avons entrepris nous-même sur de petits mammifères, sur des oiseaux et des poissons, une série d'expériences qui sont complétement confirmatives des faits rapportés par les auteurs que nous venons de citer (4) ; aussi pensons-nous être suffisamment autorisé, en nous appuyant sur ces témoignages multiples, à dire :

(1) Flourens, *Système nerveux*. Paris, 1842, 2[e] édit., p. 40.

(2) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, t. I, p. 740.

(3) Wagner, *Journal de physiologie*. Paris, 1861.

(4) Les résultats de nos vivisections, pratiquées sur de petits mammifères, sont identiques avec ceux indiqués par Flourens et Longet, aussi ne faisons-nous que rappeler les principales qui ont porté sur des pigeons, et qui nous ont surtout frappé par leur netteté, et leur similitude presque complète (vu l'attitude bipède de ces animaux) avec ces troubles de la locomotion si caractéristiques que l'on observe chez l'homme en état d'ivresse. Les pigeons, en effet, auxquels nous avions enlevé successivement différentes portions du cervelet, se mouvaient en chancelant, dans toutes les directions, d'une manière tout à fait irrégulière ; placés sur une table, ou sur leur bâton, ils cherchaient incessamment à se maintenir en équilibre, tantôt en balançant leurs ailes, tantôt à l'aide de leur queue ; ils semblaient être dans un état de titubation continuelle, et toujours sur le point de tomber soit en avant soit en arrière, par suite du défaut complet de stabilité dans leurs attitudes successives.

Sur des poissons de rivière, à forme plate, les phénomènes qui suivent les ablations partielles du cervelet sont encore plus apparents. Lorsqu'on a méthodiquement

Que le cervelet, complétement insensible par lui-même, exerce une influence prépondérante sur les manifestations de la motricité ;

Que la faculté de produire des mouvements disparaît à mesure que le cervelet est enlevé, c'est-à-dire, que les puissances locomotrices sont intéressées d'une façon proportionnelle à la quantité de substance cérébelleuse supprimée ;

Que les mouvements de la locomotion, après des destructions partielles et successives du cervelet, deviennent désordonnés, mal équilibrés, par suite de l'inégale distribution de l'innervation cérébelleuse dans chaque moitié du corps ;

Qu'en un mot, la *faiblesse* et l'*hésitation* des actes locomoteurs sont les phénomènes les plus saillants qui apparaissent, lorsque l'on vient à tarir les foyers d'innervation à l'aide de laquelle ils se manifestent.

II. Les lésions isolées du cervelet proprement dit, portant sur la substance blanche et la substance grise (c'est-à-dire sur l'appareil générateur de l'innervation cérébelleuse), sont donc caractérisées par un état de faiblesse générale et de dépression des facultés locomotrices. Ce sont là des phénomènes constants, sur l'interprétation seule desquels les physiologistes peuvent varier, mais qui n'en sont pas moins des faits acquis à la science, et aussi

enlevé quelques fragments du cervelet (après avoir détruit la paroi du crâne) et qu'on abandonne l'animal à lui-même dans un baquet d'eau, on est surpris de constater l'allure toute nouvelle qu'il prend. Le trouble profond apporté à l'innervation cérébelleuse locomotrice fait que ces phénomènes d'hésitation et de titubation dans la démarche qui sont propres aux oiseaux, se traduisent chez les poissons par des mouvements de natation lents et incertains ; ils se résument en une sorte de balancement latéral irrégulier, qui porte à comparer immédiatement ce poisson à un corps flottant dépourvu de lest, et réduit par cela même à l'état d'équilibre instable.

Il nous est arrivé de constater pareillement, quand la lésion avait probablement intéressé les fibres efférentes du cervelet, que le poisson, au moment où il était remis dans l'eau, accomplissait une série de mouvements rotatoires suivant son grand axe, tout à fait comparables à ceux que présentent les mammifères lorsqu'on intéresse les mêmes appareils nerveux. Ces mouvements rotatoires, dont on peut suivre très-facilement dans ces cas les diverses phases, nous ont paru n'être qu'une exagération passagère de ces mouvements d'oscillation latérale dont nous venons de parler, et ne devoir être rapportés qu'à une prédominance de l'innervation cérébelleuse, inégalement répartie dans chaque moitié du corps.

positifs dans leurs manifestations que l'insensibilité du tissu cérébelleux lui-même.

Lorsque, au contraire, les lésions portant sur les conducteurs centrifuges de l'innervation cérébelleuse, déjà modifiée par l'action métabolique des cellules du corps rhomboïdal, intéressent les fibres efférentes pédonculaires, des phénomènes tout nouveaux apparaissent; ce sont alors, soit des mouvements de manége, soit des mouvements de rotation suivant l'axe du corps, qui se manifestent chez les animaux mis en expérience.

Les investigations des physiologistes ont presque toujours porté jusqu'ici, soit sur les pédoncules inférieurs, soit sur les pédoncules moyens.

Magendie a particulièrement étudié cette série de singuliers troubles fonctionnels dans ses nombreuses expériences (1). « Si l'on pratique, dit-il, sur un mammifère la section d'un des pédoncules (*crura cerebelli*), l'animal se met à tourner selon son axe, sur le côté lésé. La lésion du pédoncule gauche amène la rotation de droite à gauche. » Il a encore signalé très-nettement la situation particulière que prenaient les globes oculaires à la suite des lésions portant sur le cervelet. Les piqûres des pédoncules inférieurs lui ont aussi paru provoquer des mouvements convulsifs (2). Les sections des pédoncules moyens faites par Flourens, Longet et la plupart de tous les autres expérimentateurs de notre époque, ont amené des résultats analogues.

Nous avons répété ces expériences sur de petits mammifères : les sections que nous pratiquâmes après avoir mis l'encéphale à nu, portaient principalement sur les pédoncules moyens au moment où ils sortent du cervelet; dans ces circonstances les phénomènes observés furent ceux-ci : la lésion intéressant le côté gauche, par exemple, nous constatâmes qu'il en résultait *immédiatement* une sorte d'hémiplégie du côté opposé, en vertu de laquelle les membres sains du côté gauche opéraient une série de mouvements de progression excentrique autour de la portion

(1) Magendie, *Journal de physiologie*, t. IV, p. 339.
(2) Magendie, *Système nerveux*, t. I, p. 180.

droite du corps, frappée d'inertie. L'animal, emporté alors par cette force prépondérante dans tout un côté de son corps, roulait plusieurs fois sur lui-même suivant son grand axe, ou bien s'incurvait ensuite en formant une courbe dont la concavité répondait au côté lésé (1).

Quoique toutes ces expériences, par la complexité des phénomènes qu'elles provoquent, soient d'une interprétation souvent très-difficile, il n'en ressort pas moins de leur étude attentive que les lésions unilatérales limitées à une série de fibres pédonculaires, ont le privilége de déterminer l'apparition de mouvements rotatoires, et que la cause unique de ces mouvements doit être rapportée à un défaut d'équilibration entre les courants nerveux parallèles, à direction centrifuge, qui émergent directement des réseaux de cellules du corps dentelé, et médiatement de la substance grise cérébelleuse. Les mouvements de manége ou de rotation sur l'axe du corps, qui ne sont que des dérivés les uns des autres, ne nous paraissent pas devoir être expliqués par un autre mécanisme (2).

Magendie, du reste, avait été déjà, à la suite de ces expériences, frappé d'une idée semblable : convaincu que les mouvements qui se combinent pour produire soit la station, soit la progression, n'étaient physiologiquement possibles que par l'équilibration régulière de forces opposées à direction transversale, irradiées de chaque lobe cérébelleux, il fut conduit à

(1) Ces phénomènes, qui apparaissent comme une explosion subite aussitôt qu'on lèse les fibres afférentes du cervelet, disparaissent insensiblement. Ainsi, chez les animaux que nous mîmes en expériences, s'ils ne succombaient pas au bout de quelques heures par une sorte d'épuisement d'influx nerveux, nous pûmes constater qu'environ huit à dix heures après, les mouvements d'entraînement latéral avaient cessé ; mais il persistait chez eux un état de prostration considérable, qui les empêchait de se tenir sur leurs membres. Ces animaux ainsi mutilés succombaient environ au bout de vingt-quatre heures.

(2) Il se produit dans ces cas un phénomène de statique tout à fait comparable à celui que l'on décrit, en physique, sous le nom de *tourniquet hydraulique*. On sait en effet que, quand un liquide est contenu dans un cylindre creux, mobile suivant son grand axe, et pourvu à sa partie inférieure de deux ajutages soudés en sens inverse, si l'on donne issue au liquide d'un seul côté, l'équilibre des forces qui se faisaient obstacle sur les parois du vase venant à être rompu, l'appareil se met spontanément en mouvement, en opérant une série de tours suivant son grand axe.

donner une solution aussi simple qu'ingénieuse à cette question.

Chez un animal, en effet, entraîné d'un côté par une section préalable d'un de ses pédoncules cérébelleux, il fit la même opération du côté opposé : l'animal, restitué ainsi à ses conditions d'équilibre physiologique, resta complétement immobile dans quelque position qu'on lui faisait successivement prendre (1). Wagner a répété les mêmes expériences, et est arrivé à des résultats identiques (2).

Ainsi donc, nous voyons par l'exposé de ces expériences faites sur des animaux vivants, que les inductions qui nous avaient été inspirées par la seule disposition anatomique des parties reçoivent une confirmation satisfaisante dans le domaine de la physiologie expérimentale.

Nous avons, en effet, vu jusqu'ici que le cervelet était un appareil générateur d'un influx nerveux *sui generis;* que cet influx, accumulé d'une façon continue, se disséminait vers les régions motrices de l'axe spinal sous forme d'un courant constant, à l'aide des fibres cérébelleuses efférentes ; qu'il était réparti en proportion égale à l'état physiologique dans chaque côté du corps ; que l'harmonie des actes moteurs dérivait de sa juste équilibration dans chaque côté ; qu'enfin il suffisait d'interrompre son cours dans un côté du corps, pour voir apparaître d'une manière subite, soit des mouvements de manége, soit des mouvements de rotation sur l'axe, phénomènes similaires dont la cause unique ne devait être rapportée qu'à une inégalité d'action entre les deux forces bilatérales qui se répartissent dans les régions motrices de l'axe spinal, et à une prépondérance exagérée de l'une d'elles (3).

(1) Magendie, *Journal de physiologie*, t. IV, p. 402.

(2) *Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1861, p. 397.

(3) C'est évidemment par suite d'une fausse interprétation de faits judicieusement observés d'ailleurs par Flourens, que ce physiologiste a été conduit à considérer le cervelet comme le siége exclusif du principe qui coordonne les mouvements de locomotion. (*Loc. cit.*, p. 510.)

Il y a ici, à notre avis, une simple affaire de logique qui doit seule être discutée.

Que veut-on signifier, en effet, en disant que le cervelet est un appareil coordinateur des mouvements locomoteurs?

On implique par cela même immédiatement l'idée que ces mouvements locomoteurs étant préalablement désharmoniques en eux-mêmes, l'action du cervelet a pour

III. Relativement à l'étude des principaux phénomènes qui intéressent la sphère de l'innervation cérébelleuse périphérique, les expériences des physiologistes n'ont pas encore été assez multipliées pour que nous puissions en donner actuellement une appréciation exacte.

Nous nous contenterons de rappeler, provisoirement, que l'innervation cérébelleuse périphérique, disséminée avec les réseaux de cellules nerveuses qui lui servent de supports, autour des fibrilles des faisceaux spinaux antérieurs qu'elle enveloppe de toute part comme d'une sorte d'atmosphère nerveuse (depuis le collet du bulbe jusqu'au niveau de la substance grise du corps strié), se concentre, avant le moment où elle est définitivement disséminée, dans deux noyaux de substance nerveuse (les olives inférieures et supérieures) qui lui servent tout d'abord de point d'amortissement, d'où elle est secondairement irradiée en des directions multiples.

Les réseaux de substance grise des olives supérieures et inférieures sont en effet, comme les divers amas de substance ganglionnaires, de véritables foyers générateurs de fibres et de cel-

but de les restituer à leurs conditions physiologiques et de les régulariser ; de la même manière que, si l'on trouvait une substance capable de rendre les mouvements d'un paraplégique ataxique réguliers et harmoniques, on serait porté à dire que cette substance est l'agent coordinateur de ces mêmes mouvements.

Mais en est-il ainsi pour le cas actuel ? On intéresse plus ou moins le cervelet, et les mouvements deviennent à la suite plus ou moins irréguliers, faut-il en conclure que le cervelet a pour but exclusif de les coordonner normalement ? Évidemment non. Car il y a là une donnée concomitante qui domine et précède ce *processus*, c'est l'*asthénie* : le premier phénomène qui suit toute lésion cérébelleuse, soit expérimentale, soit pathologique, c'est en effet une débilité qui porte tout d'abord sur les fonctions motrices, et l'incoordination ne fait que suivre : l'incoordination des mouvements n'est donc en elle-même qu'un phénomène secondaire.

Le cervelet n'intervient donc logiquement dans la régularité et la coordination de nos actes moteurs, que parce qu'il leur donne une force *sthénique sui generis*, qui leur permet de s'accomplir : son rôle est uniquement de fournir aux fonctions motrices un influx stimulateur particulier ; et cet influx, par la seule disposition des régions où il se dissémine, est distribué d'une façon régulière, harmonique et coordonnée.

Telle est, à notre avis, la manière d'interpréter les faits qui résultent des expériences physiologiques et des études cliniques, relativement aux troubles fonctionnels qui suivent les lésions du cervelet.

lules nerveuses nouvelles : on est donc amené à penser, que s'il y a génération de nouveaux éléments nerveux aux dépens de leur masse, l'intensité des actions nerveuses doit être multipliée en raison directe du nombre de ces éléments; aussi ces deux intumescences gangliformes nous paraissent-elles devoir être considérées au point de vue de l'innervation cérébelleuse, comme de véritables appareils *récepteurs* et *multiplicateurs*, destinés à la recevoir, à la transformer, et à en multiplier les effets.

Remarquons encore que ces appareils doivent en même temps servir à changer la direction de l'influx cérébelleux afférent, grâce aux fibres nouvelles auxquelles ils donnent naissance : celles-ci se trouvant étalées et répandues sur une grande surface, sont, par cela même, d'autant plus aptes à propager dans les directions les plus diverses l'innervation à laquelle elles servent de moyen de dissémination.

L'innervation cérébelleuse commence à se répandre au pourtour des faisceaux spinaux antérieurs, au niveau de la région bulbaire de l'axe spinal. Là, eu égard au peu d'abondance relative de la substance grise d'origine cérébelleuse, ses manifestations doivent être accusées avec une intensité moyenne; mais peu à peu, la masse totale de cette substance grise, qui donne en quelque sorte la mesure de sa puissance dynamique, va successivement en augmentant, et il arrive un moment où, accumulée en assez fortes proportions pour constituer par sa seule interposition les régions de la protubérance du *locus niger de Sœmmering*, les noyaux jaunes du corps strié, elle représente, par la richesse et la multiplicité de ses réseaux, l'amplification progressive du champ de l'activité cérébelleuse périphérique. C'est effectivement dans ces diverses circonscriptions du système nerveux que ses manifestations dynamiques se révèlent avec leur *maximum* d'intensité, et tous les physiologistes savent que l'excitation des régions antérieures de la protubérance déterminent particulièrement l'explosion des phénomènes convulsifs, c'est-à-dire une série de secousses intermittentes et désordonnées dans les divers départements du système musculaire (1).

(1) On est naturellement amené à se demander si ces contractions spasmodiques,

Les lésions expérimentales des pédoncules cérébraux, qui portent à la fois sur les fibres des faisceaux spinaux antérieurs et sur les réseaux de la substance grise du *locus niger*, sont accompagnées de mouvements de rotation sur l'axe, de mouvements de manége, et même de contracture de tout un côté. Il semble résulter de ce fait que la lésion qui a produit ces troubles locomoteurs, a rompu, comme dans les cas précédents, l'équilibre entre les deux forces bilatérales qui émergent normalement du cervelet dans des directions opposées.

On est donc provisoirement porté à admettre qu'il y a peu de variations apparentes dans les diverses perturbations fonctionnelles qui apparaissent, lorsque ce sont les conducteurs efférents du cervelet eux-mêmes qui ont été intéressés dans leur continuité, ou bien lorsque la mutilation a porté sur les plexus de substance cérébelleuse périphérique ; et que l'innervation cérébelleuse, à quelque hauteur qu'on interroge ses propriétés dynamiques (à la région bulbaire, à la région de la protubérance et à celle des pédoncules cérébraux), se révèle constamment par des manifestations réactionnelles identiques.

IV. L'étude physiologique que nous venons de faire jusqu'ici des phénomènes propres à l'innervation cérébelleuse périphérique, nous a montré quel rôle prépondérant cette source d'innervation était appelée à jouer, par l'intermédiaire des fibres spinales antérieures, dans l'accomplissement des phénomènes de la motricité volontaire. Or, comme il y a dans l'économie toute une autre série d'actes moteurs qui sont soustraits à l'empire de la volition (mouvements des muscles respiratoires, mouvements du cœur, etc.), et comme ces actes moteurs coordonnés ne s'accomplissent pas moins à l'aide d'une série d'arcs spinaux diastaltiques, sous l'influence d'incitations centripètes excito-motrices, nous sommes naturellement amené à nous demander :

dont le système musculaire est ainsi accidentellement le siége, ne seraient pas précisément sous la dépendance de l'interruption passagère de l'influx nerveux irradié du cervelet, et si une simple lésion traumatique légère, une minime irritation de la surface de la protubérance, n'auraient pas précisément pour résultat de rendre le cours de l'innervation cérébelleuse interrompu, de continu qu'il était auparavant, et de faire qu'elle se révèle sous forme de saccades répétées.

Si ces divers arcs excito-moteurs intra-spinaux, qui servent aux phénomènes de la vie organique, ne seraient pas, comme tous leurs homologues, affectés aux manifestations motrices de la vie animale, reliés aux régions supérieures du système nerveux, et stimulés aussi par l'innervation cérébelleuse ; si, en un mot, les cellules motrices spinales, d'où partent les fibres radiculaires qui mettent en mouvement les muscles cardiaques et diaphragmatiques, ne soutireraient pas pareillement, comme celles qui provoquent les mouvements volontaires de nos membres, etc., une portion quelconque de l'innervation du cervelet, à l'aide d'une collection de fibres verticales, jouant à leur égard le même rôle qu'accomplissent les fibres des faisceaux antérieurs vis-à-vis des autres cellules motrices de l'axe spinal ?

Cette série de questions dont on entrevoit les applications fécondes, puisque si elles étaient résolues elles nous permettraient d'affirmer que les phénomènes moteurs de la vie animale et de la vie organique s'opèrent à l'aide d'un mécanisme identique, nous paraissent actuellement échapper à une solution satisfaisante. Il leur manque un point d'appui essentiel, c'est-à-dire la démonstration anatomique de l'existence de ces fibres verticales ascendantes, allant s'amortir au sein des réseaux de la substance grise de la protubérance. Peut-être cette catégorie de conducteurs nerveux existe-t-elle d'une manière indépendante, mais jusqu'à présent, je n'ai pas été assez favorisé pour pouvoir en reconnaître manifestement l'existence.

Si ces inductions physiologiques étaient confirmées, elles seraient assurément aptes à jeter quelque jour sur le mécanisme de l'apparition de certains phénomènes interprétés jusqu'ici d'une façon incomplète : sur la rapidité de la mort, par exemple, qui survient, par arrêt des mouvements respiratoires, d'une façon si incompréhensible jusqu'ici, chez un animal auquel on coupe transversalement la région supérieure du bulbe. Ce fait n'implique-t-il pas de lui-même que l'arc excito-moteur à l'aide duquel s'opère la série rhythmée des mouvements respiratoires, a été instantanément privé d'une source d'innervation indispensable, d'où il soutirait préalablement son principe d'action ; et que la section du

bulbe a interrompu la continuité du courant descendant de l'incitation cérébelleuse (1)?

Faut-il voir encore dans ces paralysies isolées des réservoirs pelviens survenant chez les individus atteints de désorganisations encéphaliques, l'expression lointaine d'un trouble dans la répartition de l'influx cérébelleux, le long des conducteurs longitudinaux qui sont en connexion avec les cellules motrices de la région lombaire? Ce sont encore là des questions actuellement tout à fait insolubles.

V. L'innervation cérébelleuse paraît intéresser d'une façon beaucoup plus directe les fonctions locomotrices des appareils musculaires intrinsèques et extrinsèques des globes oculaires.

Magendie (2) avait déjà noté dans ses expériences les mouvements désordonnés accomplis par les globes oculaires chez les animaux dont il lésait les lobes cérébelleux; la plupart des autres physiologistes, avec des interprétations différentes, ont constaté le même phénomène. Dans ces derniers temps, Leven et Ollivier, dans une série de recherches originales sur la physiologie et la pathologie du cervelet, ont apporté des données nouvelles à ces faits acquis, et prouvé que, chez l'homme, le strabisme et certaines amauroses pourraient bien trouver leur explication physiologique dans un trouble quelconque de l'innervation du cervelet (3).

Comme on l'a déjà pressenti, cette opinion est complétement en accord avec les faits anatomiques que nous avons précédemment établis, et avec les données physiologiques que nous en avons déduites. Pour nous, en effet, les déviations des globes oculaires, dans les cas de lésion du cervelet, ne sont autre chose que la répétition, sur un petit groupe de muscles, des phénomènes de rotation observés dans les muscles de tout un côté du corps, chez des animaux dont une grande portion du cervelet a été intéres-

(1) On sait en effet que les lésions de la protubérance sont accompagnées d'une rareté excessive des mouvements respiratoires qui s'exécutent avec un rhythme tout spécial (voyez plus loin le chapitre relatif aux lésions de la protubérance).

(2) Magendie, *Journal de physiologie*, t. IV, p. 399 et suiv.

(3) Leven et Ollivier, *Recherches sur la physiologie et la pathologie du cervelet* (*Archives de médecine*, 1862, t. II, p. 512).

sée : dans l'un et l'autre cas, c'est le défaut d'équilibration entre deux forces égales qui produit la désharmonie des mouvements. Dans la succession des mouvements des globes oculaires, les muscles droits internes et externes, supérieurs et inférieurs, reçoivent normalement une quantité égale d'influx cérébelleux, et se trouvent parfaitement équilibrés au point de vue de leurs manifestations fonctionnelles; mais aussitôt qu'une lésion quelconque vient à intéresser la source d'incitation d'où ils soutirent leur *pouvoir sthénique*, l'équilibre est immédiatement rompu, et des troubles variés apparaissent : tels sont le strabisme et l'inégale dilatation des pupilles. Il y a alors une véritable hémiplégie des facultés locomotrices de certains muscles de l'œil, et une prédominance simultanée de l'action de ceux dont les sources d'innervation cérébelleuse ont été respectées.

Quant aux phénomènes amaurotiques observés chez l'homme et rattachés par Leven et Ollivier à un trouble *asthénique* des appareils moteurs intrinsèques du globe oculaire, privés de l'influx cérébelleux destiné à les stimuler à l'état physiologique, quoique ces judicieux expérimentateurs ne s'expliquent sur ce point qu'avec une sage réserve, leurs conclusions sont trop concordantes avec nos propres observations pour que nous n'y donnions pas notre acquiescement complet (1).

VI. Ainsi, en résumé, le rôle physiologique du cervelet peut être formulé dans les conclusions suivantes :

Le cervelet est l'appareil générateur d'une force nerveuse *sui*

(1) L'innervation cérébelleuse joue donc, ainsi que nous venons de le voir, un rôle considérable dans la plupart des phénomènes moteurs de l'organisme; aussi n'hésitons-nous pas à admettre qu'elle doit avoir une influence considérable dans l'accomplissement physiologique des mouvements combinés des muscles linguaux. On conçoit en effet que lorsqu'elle vient à être inégalement répartie de chaque côté, il en résulte une série d'oscillations et de trémulations désordonnées qui se décèlent par une hésitation tout à fait spéciale des actes moteurs propres à l'articulation des sons. Nous sommes donc conduit à attribuer le tremblement de langue, si caractéristique, que l'on observe chez les *paralytiques généraux*, à un trouble profond apporté primitivement dans les fonctions cérébelleuses qui (dans les cas exempts de manifestations délirantes) sont, à notre avis, seules intéressées.

(Voyez plus loin le chapitre relatif aux phénomènes qui suivent les lésions cérébelleuses.)

generis, incessamment produite par les éléments morphologiques de la substance corticale, et incessamment déversée, à l'aide de ses fibres efférentes, vers les régions exclusivement motrices de l'axe spinal. L'influx qu'il dispense physiologiquement de chaque côté du corps, d'une manière égale, le long de la continuité des fibres spinales antérieures, est un élément indispensable à la production des manifestations locomotrices ; il intervient d'une façon incontestable dans l'évolution des phénomènes de la motricité volontaire ; sa participation effective aux actes moteurs de la vie organique, quoique moins facilement démontrable, paraît toutefois excessivement probable.

Il peut donc être considéré comme une source d'innervation constante, et, provisoirement, comme l'appareil dispensateur universel de cette force nerveuse spéciale (*sthénique*) *qui se dépense en quelque point que ce soit de l'économie, chaque fois qu'un effet moteur volontaire ou involontaire est produit* (1).

§ 1er. — Fonctions de la substance grise des corps striés.

Si l'on se reporte aux détails histologiques que nous avons donnés au sujet des éléments constitutifs de la substance grise du corps strié, on se souviendra que nous avons indiqué qu'elle

(1) Voyez la planche I, figure 5, destinée à montrer que les lésions du cervelet, suivant qu'elles portent sur les lobes ou sur les pédoncules, peuvent être successivement suivies d'effets directs ou croisés.

Ces conclusions sont, sauf quelques variantes, celles de Rolando. En voici le résumé : Rolando admet dans le cervelet la sécrétion d'un fluide et l'existence des filets nerveux, conducteurs de ce fluide destiné à irriter la fibre musculaire pour en déterminer la contraction (page 398). Je me persuadai, dit-il, d'après la ressemblance de quelques appareils de la torpille avec le cervelet des oiseaux, que cette partie de l'encéphale était un véritable électromoteur dans lequel se sécrétait un fluide analogue au fluide galvanique destiné à provoquer la contraction des muscles (page 395).

Il ajoute encore (page 417) cette phrase non moins significative qui est la confirmation de la critique que nous venons de faire du rôle du cervelet dans la coordination des mouvements : « que le cervelet influe sur leur intensité et non sur leur régularité. » (*Archives de médecine*, 1823, t. II, p. 272 et suiv.)

Comparez encore nos conclusions avec celles du travail de Wagner (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, *loc. cit.*) et avec celles d'Ollivier et Leven (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1861, p. 411).

représentait au point de vue anatomique, un *centre d'amortissement commun*, dans lequel entraient en combinaison réciproque trois groupes de conducteurs nerveux, reliant dans une résultante unique trois foyers d'activité nerveuse; que l'activité de la région corticale y était représentée par les fibres cortico-striées; l'activité spinale par les fibres des faisceaux antérieurs ; et enfin l'activité cérébelleuse par les expansions périphériques des fibrilles pédonculaires, etc. (1).

Les déductions physiologiques ressortent spontanément des faits que nous avons établis.

La substance grise du corps strié peut être, en effet, comparée à un terrain neutre, dans lequel le *stimulus* de la volition, émané des régions de la périphérie corticale, se dissémine tout d'abord, pour entrer en conflit avec les fibres spinales, et provoquer médiatement la réaction secondaire des diverses espèces de cellules motrices de l'axe spinal.

C'est encore là que l'innervation du cervelet trouve un *substratum* tout préparé au sein duquel elle se répartit d'une manière incessante, et qui est en quelque sorte le champ le plus *excentrique* de son activité locomotrice. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les lésions du corps strié ne se révèlent que par des phénomènes exclusivement localisés du côté de la motricité volontaire, comme cela se voit si fréquemment chez l'homme (2) ; et que lorsque l'on intéresse dans un but expérimental, sur des animaux vivants, cette même substance grise, on provoque immédiatement l'explosion de manifestations motrices subites, en vertu desquelles les animaux sont entraînés dans une direction procursive. N'a-t-on pas, en effet, intéressé en même temps la sphère d'activité périphérique du cervelet, et agi comme lorsque l'on irrite isolément les régions homologues, la substance grise du bulbe, par exemple, ou celle de la protubérance ?

(1) Si la couche optique, eu égard à la provenance et à la signification anatomique des fibres qui s'y distribuent, peut être comparée à un véritable *sensorium commune*, le corps strié, envisagé aux mêmes points de vue, peut être également désigné comme le foyer central de concentration des incitations motrices.

(2) Voyez le chapitre relatif aux lésions du corps strié.

Dans tous les cas, lorsque les deux corps striés sont intéressés à la fois, comme dans les expériences de Magendie (1), les manifestations consécutives se révèlent suivant une direction antéro-postérieure qui est précisément celle de l'ensemble des fibres pédonculaires supérieures.

C'est toujours, dans ces circonstances, l'innervation cérébelleuse périphérique qui est en cause, et qui se révèle soit par des tendances procursives, soit par des mouvements d'entraînement latéral, suivant que les pédoncules supérieurs qui la propagent dans le corps strié seront ou simultanément tous les deux, ou isolément intéressés.

Quoique les expériences de Magendie n'aient pu être reproduites par Longet, nous sommes néanmoins porté à admettre que l'innervation cérébelleuse est appelée à jouer un rôle prépondérant dans les actes qui s'opèrent au sein de la substance grise du corps strié. Je n'en citerai comme preuve que les curieux phénomènes de tournis, observés par Leven chez des moutons (2) qui ne présentaient, comme lésions encéphaliques, qu'une compression plus ou moins accentuée d'un seul corps strié par un kyste hydatique ; et ce cas non moins intéressant appartenant à l'espèce humaine, dans lequel une tumeur de la base de l'encéphale, comprimant un seul corps strié dans le sens antéro-postérieur, avait déterminé des troubles spéciaux dans la locomotion seule d'un côté, et surtout une déviation très-significative dans les mouvements de progression (3).

Nous devons encore ajouter que la substance grise du corps strié est complétement insensible aux irritations mécaniques, ainsi que Magendie et Longet ont eu l'occasion de le constater d'une manière positive. Ce fait est, du reste, parfaitement con-

(1) « Lorsqu'on enlève chez un animal, dit Magendie, un seul corps strié, l'animal reste encore maître de ses mouvements, les dirige en divers sens, et s'arrête quand il lui plaît ; mais immédiatement après la section du second corps strié, il se précipite en avant comme poussé par un pouvoir irrésistible. » (*Leçons sur le système nerveux*, t. I, p. 280.)

(2) Communications à la Société de biologie, 1863 et 1864.

(3) Observation rapportée par Mesnet, *Archives de médecine*, 1862, t. I : *Des mouvements circulaires.*

cordant avec les détails anatomiques que nous avons signalés précédemment, c'est-à-dire avec l'*absence complète* de fibres sensitives au milieu de sa masse.

§ 2. — Rôle des faisceaux spinaux antérieurs.

Les connexions intimes que nous avons signalées entre les fibres spinales antérieures et les expansions cérébelleuses périphériques, nous dispensent d'entrer dans de longs développements sur les usages auxquels cette catégorie de fibres nerveuses antérieures est plus particulièrement dévolue.

Nous sommes donc naturellement amené à les envisager comme étant les voies naturelles de la transmission des incitations descendantes qui partent du corps strié, et les agents directs de leur répartition dans les différentes régions de l'axe spinal : il suffit, en effet, d'intéresser ces fibres dans leur continuité, pour interrompre immédiatement le cours de l'influx excitateur volontaire qu'elles exportent, et provoquer la paralysie des segments spinaux sous-jacents. Les rapports intimes qu'elles affectent, d'une autre part, avec les régions supérieures de l'axe spinal dans lesquelles se dissémine l'innervation cérébelleuse, rendent compte encore des propriétés nouvelles d'excitabilité qu'elles empruntent à ces mêmes régions.

Il arrive donc que ces fibres spinales antérieures soutirent aux éléments histologiques variés avec lesquels elles sont en rapport des incitations excito-motrices de nature différente ; qu'elles servent simultanément de voies de propagation naturelle, d'une part, à l'*influx* de la volition qui est essentiellement passager et fugace, et d'une autre part, à l'innervation cérébelleuse qui représente au contraire une source d'incitations motrices à courant continu, et qui s'accumule incessamment d'une façon latente le long de leur continuité, de telle sorte qu'elles en sont pour ainsi dire continuellement *chargées*. On sait en effet que si l'on vient à les irriter, ou bien à les intéresser dans leur continuité au moment où elles traversent longitudinalement la région de la protubérance, elles réagissent, en déterminant dans les différents départements

du système musculaire, des phénomènes convulsifs passagers ou persistants (convulsions toniques ou cloniques).

§ 3. — Des cellules motrices des régions antérieures de l'axe spinal.

Les régions antérieures de l'axe spinal sont occupées par une série d'agglomérations de grosses cellules qui, groupées entre elles d'une manière indépendante au niveau des points d'implantation des fibres radiculaires antérieures, constituent en quelque sorte autant de petits foyers locaux d'incitation motrice à direction centrifuge. Les intéressantes expériences de Chauveau ont donné une démonstration péremptoire de ces assertions (1).

Ces cellules motrices des régions antérieures dont nous avons déjà signalé les principales particularités dynamiques, se trouvent reliées aux réseaux ambiants de substance gélatineuse à l'aide de leurs prolongements postérieurs, et, par leur intermédiaire, à toutes ces régions postérieures de l'axe spinal (colonnettes de la substance gélatineuse) à travers lesquelles se disséminent les impressions centripètes inconscientes. Elles sont donc, en raison de leurs connexions multiples, strictement rattachées à la sphère de la vie automatique, et destinées à recevoir le contre-coup des incitations de provenance variée, qui viennent ébranler le *substratum* organique servant de support commun aux réactions excito-motrices. Nous avons vu, en effet, qu'il y avait tel ou tel groupe de cellules motrices antérieures qui recevait indifféremment son *stimulus* incitateur de trois ou quatre foyers d'innervation différents, pouvant agir soit d'une manière alternative, soit d'une manière simultanée.

(1) Il résulte, en effet, des recherches de Chauveau poursuivies sur des mammifères dont la moelle était mise à nu à l'aide de sections transversales, que des irritations localisées au niveau des points d'émergence des fibres des nerfs faciaux et des hypoglosses (là où se trouve l'agglomération des grosses cellules motrices qui leur donne naissance), déterminent une série de contractions exclusivement circonscrites dans les systèmes musculaires que cette catégorie de fibres nerveuses tient particulièrement sous sa dépendance, etc. (Chauveau, *Recherches sur les origines des nerfs moteurs crâniens*, in *Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1863, p. 181.)

Les connexions que ces cellules affectent avec les fibrilles terminales des faisceaux antérieurs, et médiatement ainsi avec la substance grise du corps strié d'où émergent les incitations de la volition, les rattachent pareillement aux manifestations de l'activité cérébrale et de l'activité cérébelleuse (1). Le *stimulus* de la volition n'est donc qu'une des nombreuses conditions qui provoquent leurs réactions fonctionnelles.

§ 4. — De l'enchaînement des actions motrices volontaires.

Nous connaissons actuellement les différentes pièces isolées dont se composent les appareils nerveux qui sont mis en activité dans la production des phénomènes de la motricité volontaire. Nous avons successivement envisagé à part : 1° le rôle des fibres cortico-striées ; 2° celui de la substance du corps strié ; 3° celui des faisceaux spinaux antérieurs ; 4° enfin celui des cellules antérieures motrices. Il nous reste à faire une espèce de synthèse, et à étudier les divers phénomènes afférents aux manifestations motrices, dans leur mode de succession.

Le fait initial qui est au début de tout acte moteur volontaire, n'est autre qu'un fait d'ordre psychique, lequel est toujours lui-même, ainsi que nous l'avons indiqué, consécutif à une impression sensorielle antérieure, soit présente soit passée. Le *stimulus* de la volition, émergeant directement des zones motrices de la périphérie corticale, est donc directement transmis au milieu des réseaux de cellules du corps strié ; c'est là que s'opère

(1) Il est, en effet, intéressant de noter que si les fibrilles des faisceaux antérieurs transmettent dans une direction descendante aux diverses cellules motrices spinales l'influx intermittent de la *volition*, elles leur apportent en même temps, et cela d'une manière continue, l'innervation cérébelleuse dont elles sont incessamment chargées.

Quelle part cet influx cérébelleux, qui est pour elle une force d'emprunt, prend-il à leurs manifestations réactionnelles ? S'éteint-il au milieu de leur masse ? se combine-t-il avec leur innervation propre, et reparaît-il ensuite sous une forme nouvelle pour jouer concurremment un rôle actif dans la provocation de l'activité des divers systèmes musculaires périphériques ?

Ce sont là encore autant de problèmes insolubles aujourd'hui, dont nous nous bornons à signaler les données principales aux investigations ultérieures de la physiologie expérimentale.

sa première étape. Sorti de la sphère de l'activité psychique, ce *stimulus*, qui n'est, à cette première phase d'évolution, qu'un simple ébranlement des cellules cérébrales, entre donc déjà en conflit plus intime avec les premiers éléments nerveux qui vont dès lors lui faire subir ses premières transformations. Transmis ainsi aux grosses cellules du corps strié, il les ébranle, subit leur influence métabolique, et reparaît transformé, pour se propager le long de la continuité des faisceaux antérieurs dans une direction descendante, et gagner ainsi les cellules motrices de l'axe spinal.

Ici, un nouvel élément vient se surajouter, c'est l'innervation cérébelleuse périphérique. Cette innervation spéciale, que les fibres spinales antérieures soutirent incessamment des réseaux de la substance grise du corps strié, du *locus niger*, de la protubérance, est donc une force d'emprunt qui vient se surajouter et se répartir, d'une façon occulte, le long de la continuité des voies parcourues par le *stimulus* de la volition (1).

C'est cette force surnuméraire *sthénique* qui se dépense dans la plupart de nos manifestations motrices, et qui donne à nos mouvements la *durée* et la *continuité*, l'influx de la volition n'étant, en quelque sorte, qu'une stimulation éphémère et fugitive au début.

Conduit par les fibres des faisceaux spinaux antérieurs, le *stimulus* de la volition, doublé de l'influx cérébelleux, se répartit d'une manière variée suivant la distribution particulière des fibres qui le transmettent; il s'amortit dans les cellules motrices de l'axe spinal situées du côté opposé à celui d'où il émane dans le cerveau. Celles-ci, qui reçoivent simultanément et l'influx de la volition d'une manière passagère, et l'influx cérébelleux d'une ma-

(1) Il se passe ici quelque chose d'analogue à ce que l'on voit dans les rapports d'un nerf moteur avec le muscle dont il provoque la contraction. La puissance de contraction du muscle, proportionnelle au nombre des fibres, existe en réserve en lui; l'influx nerveux moteur ne fait que susciter cette force latente. Ici, la force nerveuse émanée du cervelet se trouve accumulée le long de la continuité des faisceaux antérieurs; elle y est en quelque sorte toujours condensée à l'état statique. L'incitation volontaire qui en est complétement indépendante, ne fait que provoquer sa décharge et la faire passer à l'état dynamique.

nière continue, opèrent immédiatement leur décharge du côté des nerfs moteurs qui en sont, en quelque sorte, les conducteurs centrifuges, et ceux-ci à leur tour provoquent la mise en activité des appareils musculaires auxquels ils se distribuent.

C'est ainsi qu'en comparant les diverses phases du *processus* physiologique en vertu duquel un acte moteur volontaire est produit, et en envisageant la série d'appareils avec lesquels il est successivement en rapport, on arrive à se rendre compte de ce curieux phénomène en vertu duquel une force minime émanée de la sphère de l'activité physique au début, un simple ébranlement de cellule nerveuse, est capable, après s'être amplifié en passant à travers une succession d'appareils *multiplicateurs*, de produire, à son dernier terme d'évolution centrifuge, des effets dynamiques imposants et de faire équilibre à des poids considérables (1).

§ 5. — De l'influence de l'innervation cérébelleuse sur la sphère de l'activité psychique.

Nous avons vu jusqu'ici quel rôle considérable l'innervation du cervelet était appelée à jouer dans la plupart des actions motrices de l'organisme. Nous avons vu, en même temps, comment elle semblait être en dehors de toute participation aux phénomènes de l'activité psychique.

A la suite des faits que nous avons précédemment passés en revue, nous sommes actuellement autorisé à nous demander jusqu'à quel point cette indépendance est complète, et jusqu'à quel point le cervelet, appareil exclusivement moteur, reste étranger aux actes purement moraux de l'activité cérébrale ?

(1) Il y a dans cette série d'actes moteurs, qui se perfectionnent et se multiplient ainsi successivement les uns par les autres, quelque chose de comparable à ce que l'on voit dans l'agencement des diverses pièces qui constituent une machine à vapeur. Il suffit en effet, au début du mouvement de toute la machine, d'une faible dépense de force humaine volontaire pour lever le frein qui lâche la vapeur sous le piston, lequel à son tour entraîne le balancier, puis le volant, et successivement les arbres de couche, etc. C'est par la combinaison et l'enchaînement du jeu de ces différentes pièces, dont la masse va successivement croissant, que l'on arrive à obtenir ces rendements dynamiques prodigieux, dont les résultats effectifs sont si manifestement en désaccord avec la force initiale qui les a provoqués.

Nous avons indiqué la part considérable que la substance grise du corps strié, au point de vue anatomique, prenait à la contexture de l'appareil cérébral proprement dit, nous avons décrit ce système spécial de fibres nerveuses convergentes (fibres cortico-striées) qui l'associaient aux divers départements de la substance grise corticale, etc., nous avons insisté sur la propagation de l'innervation cérébelleuse au milieu de sa masse, et sur l'influence *spécifique* que cette force *sthénique*, irradiée incessamment du cervelet, et accumulée à l'état de tension permanente, devait exercer dans l'évolution des manifestations motrices volontaires.

Or, que paraît-il résulter de cet ensemble de dispositions anatomiques qui s'enchaînent si étroitement entre elles.

N'est-on pas ainsi, au point de vue de l'ordre d'idées nouvelles que nous soulevons actuellement, porté à admettre que ces fibres cortico-striées pourraient bien transmettre au *centre perceptif* (c'est-à-dire à la périphérie corticale) la notion du degré auquel la tension de l'innervation cérébelleuse est arrivée au sein des deux corps striés, et lui fournir ainsi l'appréciation *récurrente* de la quantité d'influx moteur *sthénique* dont il peut disposer, pour l'accomplissement des actes volontaires qu'il va provoquer (1).

Si ces rapports intimes entre la substance grise du corps strié et la sphère de l'activité psychique sont en réalité tels que nous les indiquons ici, on est amené naturellement à comprendre comment les divers états de tension de l'innervation cérébelleuse au sein de la substance grise du corps strié doivent retentir sur les déterminations variées qui partent de la périphérie corticale; comment, à un moment donné, une surexcitation fonctionnelle de cette source d'innervation peut se traduire par des phénomènes

(1) Il se passe dans ces circonstances un phénomène analogue à celui qui a lieu lorsque nous accomplissons une action motrice quelconque. Nous ne mouvons nos membres, en effet, qu'en vertu d'une perception antérieure : il faut que nous ayons préalablement la notion (confuse, il est vrai) de la disponibilité des divers groupes musculaires dont nous provoquons ainsi la contraction synergique. Dans ces deux cas, c'est donc l'état particulier des régions périphériques successivement mises en réquisition, qui retentit sur celui des régions centrales d'où partent les incitations provocatrices.

d'*hypersthénie* plus ou moins accusés, par des accès impulsifs irrésistibles, et toute cette série de manifestations motrices, telles que la fureur épileptique, devant l'impétuosité desquelles les déterminations volontaires s'amortissent impuissantes (1).

Peut-être, à un degré moindre, l'innervation cérébelleuse se métamorphose-t-elle en audace téméraire et en courage; et dans l'ordre des faits purement moraux, l'esprit d'entreprise, l'esprit de progrès, ne sont-ils, en dernière analyse, que les échos les plus éloignés, maintenus dans de justes limites, et la transformation ultime des impulsions *progressives* provoquées par l'innervation cérébelleuse au sein du corps strié.

Il est encore permis, à l'aide des mêmes données, de comprendre comment un ralentissement dans la production de l'influx cérébelleux doit retentir d'une manière inverse sur les manifestations intellectuelles, et provoquer ainsi une série de réactions dont l'*asthénie* sera le cachet principal.

(1) On trouve dans l'ouvrage de Calmeil déjà cité, une série d'observations relatives à des aliénés, qui ayant présenté pendant la vie des phénomènes d'excitation tumultueuse, et de désordre des facultés locomotrices, ont offert à l'examen nécroscopique une injection excessivement intense du cervelet et des corps striés simultanément. En voici quelques exemples :

OBSERVATION I. — Exaltation subite, agitation, perte de connaissance, hébétude, coma consécutif; mort au bout de dix jours. Injection de la substance corticale, le cervelet est pareillement injecté ; les couches optiques et les corps striés sont légèrement violacés. (Page 69, t. I.)

OBS. II. — Alternatives de violence et de stupidité, forme épileptique, débilitation de la jambe et du bras droit, mouvements désordonnés, vociférations, fureur ; mort au bout de huit jours. Injection de la substance corticale ; celle du cervelet est ramollie, les deux corps striés et les couches optiques sont zébrés de colorations violettes et grises. (Page 77, t. I.)

OBS. III. — Gesticulations continuelles, pas une seconde en repos. Injection de la substance corticale du cerveau, du cervelet et de la protubérance ; les corps striés sont très-rouges. (Page 159, t. I.)

OBS. IV. — Accès de violence ; ne peut marcher tout seul ; mort subite. Injection des circonvolutions ; le cervelet est violacé, les corps striés sont plus rouges que normalement. (Page 213, t. I.)

OBS. V. — Accès d'emportement, activité, pétulance insolite, vociférations, mouvements désharmoniques, tumultueux ; mort en douze jours. Substance corticale hypérémiée, cervelet violacé ; protubérance rougeâtre, corps striés rouge vineux. (Page 293, t. I.)

Voyez encore pages 302, 312, 316, 329, 343, 349, 369, 382, 398, 511, 517, etc.

Peut-être faut-il rechercher dans une insuffisance stimulatrice de l'influx cérébelleux irradié au sein du corps strié l'explication de cette pusillanimité excessive, et de cette timidité particulière qui est l'apanage exclusif de certains individus (1), et dans son extinction plus ou moins complète, le secret de l'apparition des symptômes mélancoliques, qui se montrent d'une façon si caractéristique dans certaines formes dépressives d'aliénation mentale.

Peut-être, à un degré moins accentué, faut-il voir dans la circonspection toute spéciale, et l'absence d'*entraînement* que présentent certains hommes, la preuve apparente de l'atténuation progressive de l'innervation cérébelleuse au moment où elle est répartie dans la substance grise du corps strié, et la manifesta-

(1) Andral rapporte un fait bien curieux d'atrophie unilatérale du cervelet, avec des détails symptomatiques qui sont tout à fait en accord avec l'ordre d'idées que nous suivons actuellement. En voici le résumé :

Il s'agit d'une femme de quarante-cinq ans chez laquelle le lobe gauche du cervelet manquait complétement; dès son jeune âge elle avait été remarquable par une sorte d'imbécillité tout à fait particulière, dont les principaux caractères étaient une *timidité*, une disposition continuelle à la frayeur et une très-grande faiblesse d'esprit. Cette disposition à la frayeur persista pendant toute sa vie. Pour peu qu'on se fâchât contre elle, elle se mettait à *trembler* et ne savait plus ce qu'elle faisait, puis elle revenait à son état primitif. Elle comprenait bien les questions qu'on lui adressait, sa conversation était suivie et bien liée, surtout quand elle était avec des personnes qui lui inspiraient de la confiance. Elle faisait bien les gros ouvrages de la maison ; mais elle se sentait une incapacité complète de faire les moindres choses qui exigeassent un peu d'application et d'adresse ; si par hasard elle entreprenait quelque chose d'un peu délicat, elle était prise aussitôt d'un tremblement convulsif des mains, dû à la *crainte* subite qui s'emparait de son esprit. Elle avait du reste une manie particulière, c'était de croire que tel objet qu'elle n'avait pas elle-même mis à sa place n'était pas bien placé, elle le déplaçait ainsi successivement, et était poussée à cette manie du déplacement par une force *irrésistible* à laquelle elle était toujours obligée de céder.

Son type général était une grande lenteur d'imagination, de pensée et de mouvements, etc. (Andral, *Clinique médicale*, t. V, p. 743 et suiv.)

On trouve encore quelques faits de même ordre dans les collections scientifiques : le malade dont l'observation résumée est rapportée plus loin, au chapitre des lésions du cervelet (obs. LVIII), et qui présentait une compression antéro-postérieure d'un seul corps strié, était insensiblement devenu d'une pusillanimité telle, qu'il était battu impunément par sa femme.

Un autre, qui avait des tubercules multiples dans le cercelet, était pareillement devenu craintif; c'était surtout pendant la nuit qu'il était exposé à des accès de terreur invincible (voy. plus loin, *id.*, obs. VI).

tion significative de l'influence indirecte qu'exerce l'influx irradié du cervelet sur l'allure du caractère et les propensions de l'esprit (1).

MÉMOIRE

SUR LES

TUMEURS ÉPITHÉLIALES DU COL DE L'UTÉRUS

Par V. CORNIL

Membre de la Société de biologie, interne des hôpitaux de Paris, etc.

I. *Le cancroïde et le cancer.* — Au début des applications de l'histologie à l'étude des tumeurs, alors que l'ambition des micrographes était de découvrir un élément spécifique pour caractériser chacune d'elles, les cellules des tumeurs cancéreuses parurent sans analogues dans l'économie, et l'on créa la dénomination de cellule cancéreuse. Les cancroïdes étudiés spécialement à la face et aux lèvres, composés, au contraire, de cellules semblables à celles de l'épiderme ou de la muqueuse buccale, furent regardés

(1) Il nous paraît donc acceptable que l'innervation cérébelleuse peut, dans une certaine mesure, se faire sentir d'une manière plus ou moins directe dans nos déterminations motrices et imprimer certaines allures particulières au caractère. A ce propos, il serait bon de tenir compte, dans la saine appréciation phrénologique de l'activité cérébrale, non-seulement des dimensions intrinsèques du cerveau proprement dit, mais encore du rapport des proportions du cerveau avec celles du cervelet. On comprend en effet comment des appareils cérébelleux d'un volume donné pourront retentir d'une façon toute différente dans un cerveau de moyen volume et dans un cerveau plus ample ; et comment tel cervelet qui provoquerait des phénomènes *hypersthéniques* seulement dans l'un, pourrait déterminer dans un autre à peine des réactions *sthéniques* maintenues dans des limites physiologiques. Il est encore permis de supposer que l'innervation cérébelleuse sera d'autant plus apte à se révéler sous forme de manifestations explosives, telles que la colère et la fureur, que l'action des cellules du corps strié l'aura moins usée ou moins amortie, et qu'elle s'y répartira dans sa masse avec plus d'impétuosité.

On comprend dès lors toute l'importance de l'appréciation exacte de ces rapports, jusqu'ici trop peu étudiés, puisque cette comparaison bien faite pourrait servir à mesurer et à spécifier certaines aptitudes de races, au point de vue de l'énergie, du courage et de la force brutale.

comme homœomorphes et soigneusement distingués du cancer. Ces idées nouvelles, nées de l'emploi d'instruments nouveaux, les critiques et les discussions qu'elles firent naître dans la presse et les corps savants, furent la source des sérieux travaux analytiques dont nous recueillons aujourd'hui les fruits. Mais d'une part, la spécificité de la cellule cancéreuse ne pouvait rester intacte à mesure qu'on étudiait mieux les éléments normaux ; on reconnut en effet bientôt que toutes les formes diverses de la prétendue cellule spécifique se retrouvaient dans l'épithélium des muqueuses à l'état normal, ou dans les variations et dégénérations physiologiques de cet épithélium. La discussion est encore de date si récente, elle a fait une telle impression sur l'esprit de ceux qui l'ont suivie, qu'il semble presque inutile de citer les noms des micrographes qui ont ruiné la spécificité de la cellule cancéreuse, de MM. Vogel, Bennett, Virchow, Gubler, Robin, Luys, etc. Et d'autre part, la séparation du cancer et du cancroïde, dont l'un était dit malin, l'autre sans gravité, ne pouvait tenir contre les faits cliniques qui prouvent que la récidivité, l'envahissement, la propagation aux ganglions lymphatiques leur appartiennent au même titre ; et que même les dépôts secondaires loin du point primitivement envahi se rencontrent assez souvent dans le cancroïde. C'est là ce que démontrait clairement M. Velpeau en s'appuyant sur des faits observés par des hommes dont on ne pouvait récuser la compétence en histologie, et nombre d'observations publiées depuis lui ont donné raison.

Si l'on s'en était tenu simplement aux caractères fournis par les cellules dans le cancer et le cancroïde, comme dans l'un et l'autre cas, on peut toujours les comparer à un épithélium physiologique, la séparation de ces deux espèces aurait été jugée par la négative. Et cependant, lorsqu'on examine comparativement deux de ces tumeurs, un épithélioma des lèvres, par exemple, et un squirrhe du sein, il est facile de les distinguer à simple vue. La première, en effet, est plus friable, pâteuse, elle ne donne pas de suc laiteux à la pression, mais seulement un liquide épais, caséeux, contenant des filaments vermiformes blancs ou jaunâtres. Le suc du cancroïde forme avec l'eau des grumeaux, tandis que le

suc laiteux du cancer se mélange intimement au véhicule. Qu'on ajoute la durée plus longue du cancroïde comme mal local, et sa tendance infiniment moindre à produire des dépôts secondaires dans les viscères, et l'on aura un assez grand nombre de bonnes raisons pour en faire une espèce nosologique distincte.

Le microscope ne pouvait tarder longtemps à nous expliquer les différences que l'on constatait à l'œil nu. Rokitansky en 1846 (1) et Virchow en 1847 (2) décrivaient, dans les tumeurs cancéreuses, un *stroma*, ou trame de tissu conjonctif de nouvelle formation, dont les fibres entrecroisées circonscrivaient entre elles les lacunes ou *alvéoles*. C'est dans ces lacunes microscopiques que se trouvaient accumulés sans ordre les noyaux et les cellules du cancer. Quelques années plus tard, en 1850 (3), Virchow donnait comme caractéristique du cancroïde la formation dans l'intérieur des tissus malades de *cavités alvéolaires, grosses, visibles à l'œil nu et remplies de cellules épidermiques. Ce qui différenciait les alvéoles du cancer de celles du cancroïde, c'est que ces dernières, beaucoup plus grosses, se creusaient directement dans le tissu envahi, sans qu'il se fût formé autour d'elles une gangue de tissu conjonctif nouveau.* Ainsi le cancer était caractérisé par une trame de tissu conjonctif de nouvelle formation et des alvéoles microscopiques contenant des cellules; le cancroïde, par l'absence de cette trame et par des alvéoles considérables, visibles à l'œil nu, remplies de cellules épidermiques parfois agglomérées en couches concentriques. Ces données historiques et l'examen de la tumeur à l'œil nu suffisaient dans le plus grand nombre des cas pour la spécifier. Il est bien certain qu'avec elles on ne confondra jamais un cancroïde de la peau ou des lèvres avec un cancer; mais la question est loin d'être toujours aussi simple, spécialement lorsqu'on a affaire à une tumeur épithéliale de l'estomac, du rectum ou de l'utérus. Une grande partie, en effet, des tumeurs appelées habituellement cancéreuses et qui se conduisent comme telles en clinique, siégeant sur les muqueuses

(1) *Lehrbuch der patholog. Anatomie*, 1846.
(2) *Archiv für path. Anatomie und Physiologie*, t. I, 1re livraison.
(3) Voyez dans *Gesammelte Abhandlungen*, 2e édit., 1862, p. 1018.

précédentes, se rangent dans la classe des cancroïdes. Elles possèdent des alvéoles visibles à l'œil nu et n'ont pas de trame : elles ne diffèrent des cancroïdes de la peau que par la nature de l'épithélium qui reproduit identiquement la forme de l'épithélium de la muqueuse où se développe la tumeur. Ainsi, de même que l'épithélium des cancroïdes de la peau est pavimenteux, lamellaire ou corné comme dans l'épiderme, de même l'épithélium des cancroïdes de l'estomac et du rectum est constamment cylindrique comme celui de la muqueuse intestinale ; de même l'épithélium des cancroïdes de l'utérus participe à la fois de la nature de l'épithélium des portions vaginale et intra-cavitaire du col, c'est-à-dire qu'il est tantôt pavimenteux, tantôt cylindrique ou nucléaire. Ce qui fait placer ces épithéliomas des muqueuses dans la même classe que ceux de la peau, ce sont les trois grands caractères suivants qui leur sont communs : 1° la reproduction dans la tumeur de l'épithélium normal de la région ; 2° la formation d'alvéoles visibles à l'œil nu ; 3° l'absence de trame de tissu conjonctif. Voyons maintenant en quoi ces épithéliomas diffèrent suivant leur siége sur la peau ou sur une muqueuse.

Foerster (1), qui a donné en 1858 une excellente description de l'épithélioma ou cancroïde de l'estomac et du rectum appuyée sur cinq observations, compare ces faits qui lui sont personnels avec ceux que Reinhardt (2), Bidder (3) et Virchow (4) avaient déjà publiés avant lui. Il réunit ainsi dix observations dans lesquelles l'examen microscopique donne les mêmes résultats : cellules épithéliales cylindriques exactement semblables à celles de l'intestin, grandes cavités alvéolaires, absence de stroma. Mais, dans toutes ces tumeurs, l'examen à simple vue ne pouvait pas les faire distinguer des cancers encéphaloïdes ; elles étaient blanches sur une coupe, molles, très-riches en suc laiteux exactement

(1) *Beiträge zur patholog. Anat. und Histologie*, in *Archiv für patholog. Anat. und Phys. von Virchow*, t. XIV.

(2) Reinhardt, *Ueber die Hypertrophie der Drusen follikel der intestinal Schleimhaut*, in *Annalen der Charite zu Berlin*, t. II, 1851, p. 1.

(3) *Muller's Archiv*, 1852, Heft. 2, p. 178.

(4) *Gazette médicale de Paris*, 7 avril 1855. (C'est la seconde des trois observations que donne Virchow.)

semblable au suc laiteux du carcinome. Ajoutons qu'on ne trouvait pas de globes épidermiques, et que dans la majorité des cas les poumons, le foie et les ganglions lymphatiques étaient envahis par des dépôts secondaires. Remarquons en passant que ce qu'on appelle la malignité de ces tumeurs épithéliales dépend plus de leur siége que de leur nature. Les observations que nous avons recueillies nous-même d'épithéliomas de l'estomac et du rectum sont à peu de chose près semblables à celles de Foerster (1). Quant à l'épithélioma du col utérin, il est très-difficile, ainsi que nous le verrons bientôt, de le distinguer à l'œil nu du cancer, à moins qu'on ne l'examine à une période rapprochée de son début, et l'examen microscopique y montre quelquefois un épithélioma cylindrique, mais plus souvent un épithélium pavimenteux ou nucléaire comme celui de la portion vaginale du col. Dans ce dernier cas, on trouve fréquemment des globes épidermiques, ce qui lui donne une ressemblance de plus avec le cancroïde de la face ou des lèvres.

Tel est, en peu de mots, le résumé des idées qui ont généralement cours et sont professées en Allemagne sur la structure comparée du cancer et du cancroïde.

Avant d'admettre ces caractères différentiels entre le cancer et le cancroïde, nous devons nous poser deux questions :

1° *Une tumeur étant donnée, peut-on toujours dire à laquelle de ces deux variétés elle appartient ?*

2° *Ne peut-on pas faire entrer en ligne de compte, d'autres éléments de diagnostic anatomique ?*

II. Relativement à la première question, nous venons de voir que si l'on pouvait toujours reconnaître à simple vue un cancroïde des lèvres ou de la peau d'avec un cancer, il n'en était plus de même des cancroïdes si nombreux du tube digestif et de l'utérus ; que ces derniers ressemblaient le plus souvent par leur structure à l'œil nu, par le suc laiteux, par la rapidité de leur développement, leur extension aux parties voisines et leur généralisation, aux tumeurs cancéreuses de la pire espèce. Cette

(1) Ces observations seront publiées dans un des numéros suivants de ce journal.

distinction est, par conséquent, inutile au clinicien et n'intéresse que l'anatomo-pathologiste ; de plus elle ne peut être faite qu'à l'aide du microscope. Faudra-t-il la tenir dès lors pour futile et sans application? Loin de nous pareille pensée, car ce qui domine la médecine et la constitue à titre de science, c'est la physiologie pathologique dans laquelle le mode de développement et la nature intime des produits morbides entrent pour une large part ; ces études, d'ailleurs, auront toujours tôt ou tard leur utilité pratique.

Examinons donc successivement chacun des caractères histologiques donnés pour différencier le cancer du cancroïde. L'examen microscopique du *liquide* fera reconnaître des formes cellulaires très-variées suivant la région où se développe primitivement la tumeur : ainsi le cancroïde de la peau ou des muqueuses à épithélium pavimenteux aura des cellules épidermiques ou pavimenteuses avec des globes concentriques, celui des muqueuses à épithélium cylindrique présentera les mêmes éléments cylindriques ; mais cette reproduction du type de l'épithélium de la région ne peut plus suffire pour classer la tumeur, car c'est là une tendance qui appartient aussi aux productions appelées cancer, comme l'a démontré M. Robin (thèse de Moricourt, 1854). Ainsi le squirrhe du sein montre le plus souvent dans le suc laiteux de petits éléments d'épithélium nucléaire ou pavimenteux semblables à ceux des acini normaux de cette glande; il en est de même des cellules semblables à celles du foie dans le cancer de cet organe. D'un autre côté, on trouve souvent des altérations de ces cellules, telles, par exemple, que leur transformation graisseuse, l'état vésiculeux, la formation dans l'intérieur d'une cellule de cavités contenant une ou plusieurs autres cellules ou des noyaux (physalides de Virchow), toutes variétés qui se montrent aussi bien dans le cancer que dans le cancroïde. L'une de ces altérations des cellules, la distension, l'état vésiculeux avec amincissement de la paroi cellulaire, et transformation de la cellule en cavité remplie d'un liquide finement granuleux, état des cellules qui se rencontre dans les tumeurs appelées cancer colloïde, est souvent généralisée à toutes les cellules de la tumeur. Il est impossible alors de savoir dans quelle variété d'épithélium on doit ranger celui de la tumeur

examinée. Quant à l'agglomération de cellules en couches concentriques qu'on appelle globes épidermiques, c'est un très-bon caractère, mais il n'existe jamais dans les cancroïdes de la muqueuse du tube intestinal.

Ainsi, l'examen isolé des cellules de la production morbide, très-important et nécessaire pour faire reconnaître les sous-variétés, telles que cancroïde des lèvres, cancroïde du rectum, cancer du sein, cancer colloïde, etc., ne peut pas nous être utile pour décider si la tumeur est un cancer ou un cancroïde.

Examinons maintenant les signes anatomiques que nous fournit la trame de la tumeur. La présence de tissu conjonctif formant des mailles et constituant des alvéoles caractérisera le cancer ; son absence signifiera cancroïde. Dans les cancers durs ou squirrheux, la trame sera très-abondante, très-facile à bien voir, et les alvéoles qu'elle produira seront très-petites ; là il n'y aura jamais de doute ; mais en sera-t-il de même pour l'encéphaloïde et surtout pour le cancer hématode ou télangiectode ? Nous ne croyons pas qu'on puisse le dire d'une façon absolue, et nous avons examiné attentivement toutes les parties de tumeurs hématodes multiples et généralisées ayant leur point de départ à l'estomac dans un cas, au rein dans l'autre, sans trouver dans ces productions morbides de tissu conjonctif, mais seulement des vaisseaux sanguins ; et cependant tous les auteurs appellent ces tumeurs du nom de *cancer*. Il est, d'un autre côté, très-difficile de savoir si le tissu conjonctif qu'on voit autour d'un groupe de cellules constituant une alvéole cancéreuse est ou n'est pas de nouvelle formation, alors surtout qu'on examine un organe qui contient normalement beaucoup de tissu conjonctif ; dans ce cas, il pourra devenir très-difficile de décider qu'il n'y a pas de tissu conjonctif nouvellement formé. On a aussi donné comme signes distinctifs la grosseur des alvéoles qui sont microscopiques dans le cancer et visibles à l'œil nu dans le cancroïde. C'est là un bon signe, mais qui n'a pas non plus une valeur absolue. Les alvéoles dans le squirrhe sont en effet très-petites : au début des tumeurs primitives ou secondaires, elles n'existent pas encore, et l'on ne trouve que des noyaux arrondis ou ovalaires dans une trame de tissu conjonctif ;

elles n'ont pas non plus la même forme partout; elles semblent influencées dans leur forme par la texture de l'organe où elles se développent : ainsi, arrondies dans le foie, les ganglions lymphatiques, etc., elles sont allongées parallèlement à la direction des fibres dans les muscles striés. Comme toutes les parties des tumeurs qui se modifient suivant leurs développements et les différents âges, elles subissent aussi des modifications en rapport avec l'âge des tumeurs. Ainsi peuvent-elles, dans le cancer, devenir très-grosses, visibles à l'œil nu, et même se transformer en petits kystes. Si la grosseur des alvéoles est une exception dans le squirrhe et l'encéphaloïde, elle est la règle dans une variété de tumeur colloïde qu'on désigne plus spécialement sous le nom de *cancer alvéolaire*. (Il est bien entendu que la petite cavité pleine de cellules qu'on appelle alvéole dans le cancer, n'est pas tapissée à son intérieur par une membrane propre isolable, et que même souvent ce n'est pas une cavité fermée de toutes parts, mais seulement l'espace que laissent entre elles les fibres de tissu lamineux entrecroisées ; nous ne voudrions pas donner une autre valeur à ce terme.)

En résumant la valeur de la présence ou de l'absence d'une trame de nouvelle formation, nous voyons donc qu'elle est grande, mais très-difficile, et même impossible à apprécier dans certains cas; alors on ne sait si ces observations doivent être appelées cancer ou cancroïde. C'est pourquoi il n'est pas sans exemple que, lorsqu'on veut, bon gré, mal gré, catégoriser dans l'une de ces classes, cancer ou cancroïde, toutes les tumeurs épithéliales, il n'est pas sans exemple, dis-je, que les observateurs les plus autorisés, bien qu'admettant pour la classification les mêmes principes, diffèrent dans l'application aux faits particuliers. C'est ce qui se passe en Allemagne lorsque Virchow et Foerster (1) donnent le nom de *cancroïde* aux tumeurs du col utérin que E. Wagner (2) appelle *cancer encéphaloïde*.

D'après les signes que jusqu'ici nous avons passés en revue, aucun d'eux pris isolément n'est assez constant, et leur réunion n'est

(1) *Handbuch der patholog. Anatomie specieller Theil*, 1863, p. 447.
(2) *Der Gebärmutterkrebs*. Leipzig, 1858.

pas toujours suffisante pour classer une tumeur donnée sous l'étiquette cancer ou cancroïde. Le désir de conserver une distinction ancienne avait entraîné les micrographes à donner des caractères systématiques qui ne suffisaient même pas toujours, et l'on pourrait leur appliquer cette phrase de M. Robin : « *Ils jugèrent les faits nouveaux à l'aide des hypothèses anciennes, et subordonnèrent leurs observations à celles qu'il s'agissait de vérifier.* » (*Dictionnaire de Nysten*, 1858, p. 216).

III. Nous arrivons à la seconde question que nous nous sommes posée, à savoir si l'on ne pourrait pas prendre comme caractère fondamental pour la classification des tumeurs épithéliales un autre élément, par exemple, la disposition spéciale des cellules épithéliales sous forme de filaments allongés ramifiés très-diversement, en cul-de-sac, en doigt de gants, disposition très-analogue aux *acini glandulaires*.

Cette analogie de structure d'un grand nombre de tumeurs appelées cancroïde avec les glandes tubuleuses et les glandes en grappe, avait frappé les observateurs dès le début des recherches microscopiques, et Lebert (1) signale l'hypertrophie et les métamorphoses du contenu des glandes sébacées dans les cancroïdes. Ces tumeurs, constituées par la production d'acini glandulaires, étaient loin d'être bénignes, et nous trouvons dans les *Comptes rendus de la Société de biologie* de 1850 (2), l'observation d'une tumeur ulcéreuse du cuir chevelu ayant détruit en partie les os de la voûte du crâne, dont l'examen fait par MM. Rouget et Lebert montrait partout des acini glandulaires que M. Lebert regardait comme des glandes sébacées. Dans une thèse de la Faculté de Paris, soutenue en 1851 par M. Toutan et inspirée par M. Ch. Robin, on lit une observation de tumeur ulcéreuse du col utérin opérée par M. Laugier, dont l'examen microscopique, fait par M. Robin, montrait une hypertrophie glandulaire. L'année suivante, M. Ch. Robin (3) considérait cette observation et plusieurs cas analogues opérés par M. Nélaton, comme des épithéliomas con-

(1) Lebert, *Physiologie pathologique*, 1845, p. 31, 35, etc.

(2) *Gazette médicale de Paris*, 28 septembre 1850.

(3) *Gazette des hôpitaux*, 1852.

stitués par l'hypertrophie des glandes du col utérin, par la métamorphose de l'épithélium nucléaire ou cylindrique de ces glandes en épithélium pavimenteux, par leur tendance à l'ulcération et à l'infiltration consécutive de l'épithélium dans les parties voisines.

A la même époque, Schuh (1) décrivait une forme *acineuse* de l'épithélioma comme une métamorphose des glandes sudoripares. Fuhrer (2) étudiait la participation des éléments de la peau et des muqueuses dans la formation des épithéliomas, et concluait à deux formes, l'une papillaire, l'autre acineuse.

La même année (1851), Reinhardt (3), que la mort devait si tôt enlever à la science, décrivait comme des hypertrophies des glandes tubuleuses de la muqueuse intestinale, deux cas de tumeurs de l'estomac, et un cas de tumeur du rectum, ressemblant à simple vue à l'encéphaloïde, et dont les deux premières s'étaient généralisées au foie et aux reins.

En 1853, M. Ch. Robin publiait, en commun avec M. Laboulbène, la première observation de tumeur hétéradénique (*Mémoire sur trois productions morbides non décrites*, in *Mémoires de la Société de biologie*, 1853, et *Gazette médicale*, même année).

En 1854, parurent en même temps deux mémoires très-importants sur la structure des cancroïdes cutanés, l'un de Remak (4), l'autre de M. Verneuil (5). Le professeur de Berlin citait deux cas où la tumeur était due à l'hypertrophie et à la dégénération des glandes sébacées, tandis que notre érudit compatriote attribuait le même résultat à l'hypertrophie et aux métamorphoses des glandes sudoripares.

En 1855, Billroth (6) donnait la description d'un cas de tumeur kystique du testicule constituée par l'hypertrophie et les dilatations pariétales des tubes séminifères. Ces dilatations par-

(1) Schuh, in *Prager Vierteljahrsschrift*, 1851, t. I, p. 61.

(2) Fuhrer, in *Deutsch Klinik*, 1851, n° 34.

(3) Reinhardt, *loc. cit.*

(4) Remak, *Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Krebshaften Geschwure*, in *Deutsche Klinik*, avril 1854.

(5) *Archives générales de médecine*, mai 1854.

(6) Billroth, *Zur Entwickelungsgeschichte und chir. Bedeutung des Hodencystoïds* in *Archiv für path. Anat. von Virchow*, 1855.

tielles en se séparant formaient les kystes séreux et muqueux de la tumeur. Cette hypertrophie était loin d'être bénigne, car le sujet de cette observation mourait peu de temps après l'opération d'un cancer rétro-péritonéal.

On peut voir déjà que les premiers travaux tendant à assimiler une partie des tumeurs cancéreuses à des hypertrophies glandulaires, commencés en France par Lebert et Ch. Robin, commençaient à porter leurs fruits, lorsque, à la suite d'une série de communications faites à la Société de biologie (1), M. Robin publia son beau mémoire sur les tumeurs hétéradéniques (2). Les tumeurs hétéradéniques ne sont pas en rapport de continuité avec les glandes normales, même lorsqu'elles se développent dans un organe qui en contient; elles ont pour caractère commun d'être formées par un tissu dont les éléments épithéliaux sont réunis en forme de tubes ramifiés ou de culs-de-sac qui les font ressembler aux glandes en grappe. La marche envahissante de ce tissu, la propriété qu'il possède de se généraliser, aussi bien que sa structure à l'œil nu, ne permettent pas de le séparer des affections réunies sous la dénomination commune de cancer. D'après les caractères tirés de la présence ou de l'absence d'une gaîne homogène des filaments ou tubes glandulaires, et de la présence de concrétions particulières (corps oviformes) dans leur intérieur, M. Robin en décrit trois variétés. Les deux premières variétés offrent des cylindres glandulaires terminés en cæcum, possédant une paroi propre homogène et dans leur intérieur des cellules nucléaires ou pavimenteuses; ces tubes offrent à leur centre une lumière ou cavité dans la première variété, tandis qu'ils sont exactement remplis dans la seconde. Dans celle-ci, on trouve en outre une disposition arborescente des cylindres avec des renflements sphériques, ou pédiculés, piriformes, et, en outre, dans leur intérieur, des corps transparents, sphériques ou ovoïdes,

(1) Le premier mémoire déjà cité en commun avec M. Laboulbène est de 1853. Les suivants sur le même sujet sont : un *Mémoire sur deux nouvelles observations de tissu hétéradénique*, par MM. Lorain et Robin (*Société de biologie*, 1855, p. 210), et *Note sur un nouveau cas de tumeur hétéradénique*, par MM. Marcé et Robin (*Société de biologie*, 1855, p. 283).

(2) *Gazette hebdomadaire*, 1856.

isolés ou soudés ensemble par un point de leur surface, tantôt homogène, tantôt granuleux, appelés *corps oviformes* (1). Nous n'avons pas rencontré ces deux premières variétés dans les tumeurs du col utérin que nous publions dans ce mémoire, mais nous avons vu souvent la troisième, dont nous empruntons textuellement la description à M. Robin (*Dict. de Nysten*, onzième édit., p. 685) :

« La troisième variété du tissu hétéradénique offre une structure plus simple que les précédentes et une plus grande friabilité. Celle-ci est due à l'absence complète ou presque complète de tissu lamineux, avec des vaisseaux peu abondants, si ce n'est dans le tissu lamineux de la surface. Les filaments se composent simplement de cylindres pleins, composés d'épithélium nucléaire presque partout, prismatique ou pavimenteux par places, à noyaux sans nucléoles, plus gros et plus granuleux que dans les cas cités précédemment. Ces éléments sont réunis en filaments pleins, cylindriques, assez courts, larges, ramifiés d'espace en espace ou à leurs extrémités. Ce n'est plus une paroi propre ou gaîne qui les maintient, mais une matière amorphe granuleuse, existant entre eux et les dépassant dans une petite épaisseur à la surface des cylindres. Dans quelques-uns de ces cylindres se trouvent des concrétions particulières de nature azotée. »

Nous donnerons bientôt trois observations de tumeurs du col utérin, constituées uniquement par des tubes ramifiés pleins d'épithélium avec les mêmes caractères que ceux assignés par M. Ro-

(1) La description de ces deux premières variétés du tissu hétéradénique appartient exclusivement à M. Robin, aussi avons-nous été fort étonné de lire dans un mémoire publié en 1863 par Friedreich (*Archiv für path. Anat. von Virchow*, t. XXVII, p. 375), une observation dont l'examen microscopique et les dessins ressemblent exactement pour les points principaux à celles publiées par M. Robin dix ans auparavant, sans qu'il en soit aucunement fait mention. L'auteur ne semble pas avoir eu connaissance des planches dessinées dans le volume de la Société de biologie de 1853, et dans le grand atlas de Lebert, t. I, pl. L; il compare le fait qu'il a observé à un cas publié sous le nom de *syphonoma* par Henle (*Zeitschrift für rationnelle Medicin*, 1845, t. III, p. 330), qui n'a avec lui aucun rapport de structure, et aux observations relatées par H. Meckel et Billroth (*Annalen der Charite zu Berlin*, 1856, p. 96), et par R. Volkmann (*Archiv für path. Anat. von Virchow*, t. XII, 1857, p. 293), qui peuvent être en effet regardées comme des tumeurs hétéradéniques de la seconde variété de M. Robin.

bin et cette dernière variété de tissu hétéradénique ; mais dans quatre autres examens microscopiques qui nous montraient les mêmes tubes glanduliformes, nous avons trouvé dans leur intérieur, des globes épidermiques exactement semblables à ceux de l'épithélioma des lèvres. Ce fait nous a paru important, car il nous permet de rattacher le tissu hétéradénique de la troisième variété de M. Robin à ce qu'on appelait autrefois cancroïde.

Dans le courant de ce mémoire, nous ne nous servirons plus des mots *cancer* ni *cancroïde*. Au col utérin, en effet, plus que dans toute autre région, la distinction est impossible à l'œil nu; toutes les tumeurs, cancroïde ou cancer, ont une marche aussi rapidement fatale, et la distinction microscopique qu'on tenterait à l'aide des caractères dont nous avons fait plus haut la critique, est si difficile à apprécier, que les auteurs qui ont le mieux étudié ces affections graves de l'utérus appellent, les uns cancer ce que les autres nomment cancroïde. De plus, dans l'état actuel de nos connaissances sur ce point, il faudrait en effet appeler uniquement cancroïde (comme on commence, du reste, à le faire en Allemagne) (1) les *tumeurs épithéliales à forme glandulaire*, et alors nous préférons nous servir du mot *tissu hétéradénique* qui a un sens bien déterminé, et n'a pas l'inconvénient de faire croire que ce sont des tumeurs bénignes. Quant aux autres tumeurs de nature épithéliale qu'on a l'habitude d'appeler cancer, et qui ont presque toujours à l'œil nu l'apparence de l'encéphaloïde, nous les caractériserons par la forme de leur trame et de leur épithélium.

Notre travail est rédigé d'après quarante-neuf observations suivies d'autopsie et d'examen microscopique, que nous avons recueillies pendant une année d'internat à la Salpêtrière, dans le service de notre excellent maître M. Charcot. Nous avons pu examiner aussi les pièces provenant d'ablations du col utérin pratiquées par MM. Chassaignac, Cusco et Verneuil, ce qui fait un

(1) Paulicki, dont le livre est la reproduction des opinions de M. Virchow, donne en effet comme caractéristique du cancroïde le groupement des cellules épithéliales suivant une forme qui rappelle les acini des glandes. (*Allgemeine Pathologie*, 1863, p. 254.)

total de cinquante-cinq faits dont cinquante-deux avec autopsie complète ; aucun d'eux n'a présenté les caractères du squirrhe ni du cancer colloïde. Tous avaient débuté par la portion vaginale du col, et même alors qu'elles avaient gagné la totalité des parois utérines, ce dont nous ne possédons que très-peu d'exemples, les caractères de l'ulcération du col pouvaient toujours permettre d'assurer que cette portion avait été la première envahie.

Nous les classons de la façon suivante :

Tumeurs hétéradéniques (3e variété de M. Robin) avec ou sans globes épidermiques..........................	18 cas.
Tumeurs épithéliales possédant des alvéoles visibles à l'œil nu et des cellules cylindriques....................	3 cas.
Tumeurs épithéliales possédant une trame à mailles fines et des cellules de forme très-variée où la forme prismatique domine	34 cas.

IV. *Tumeurs hétéradéniques* (1) (pl. XIV, fig. 1 à 5, et pl. XV, fig. 1 à 3). — Dans toutes nos observations, ces tumeurs ont débuté par la partie inférieure du col (portion vaginale et intracavitaire). *A une époque assez rapprochée du début* (obs. I, II), alors que les progrès de l'ulcération et les lésions consécutives des vaisseaux, le ramollissement cadavérique, etc., n'ont pas encore altéré leur couleur, leur forme et leur consistance, les tumeurs hétéradéniques du col utérin peuvent se reconnaître à *simple vue* aux caractères suivants :

Les lèvres du col, ou l'une d'elles seulement est tuméfiée, bourgeonnante, parfois renversée en dehors, irrégulière à sa surface ; elles peuvent atteindre un volume assez considérable (5 ou 8 centimètres de diamètre à leur circonférence inférieure). La *couleur* de ces tumeurs est blanchâtre ; elles ne réfléchissent pas la lumière de la même façon que le ferait un corps blanc opaque, mais elles ont une certaine transparence, comme la cire vierge par exemple. Elles conservent bien leur forme quand on les palpe, mais elles sont néanmoins assez friables pour être écrasées ou pénétrées avec le bout du doigt.

(1) Nous rappelons que les tumeurs de cette nature sont appelées souvent *épithélioma glandulaire* ou *cancroïde*.

Elles sont, par leur *consistance*, bien différentes des tumeurs squirrheuses qui sont élastiques, dures et résistent absolument à l'écrasement avec le doigt, d'une part, et des tumeurs encéphaloïdes très-molles, d'autre part. La surface de section de ces tumeurs est sèche ; elle n'est pas imbibée de suc laiteux comme l'encéphaloïde. Quand on les presse ou qu'on racle la surface de section avec un scalpel, on n'obtient pas un suc laiteux miscible à l'eau, mais seulement de *petits grumeaux difficiles à désagréger*, ou des *filaments blancs opaques* ayant 1 ou 2 millimètres de longueur, quelquefois même 1 centimètre, *vermiformes, qui sortent de cavités cylindriques visibles à l'œil nu*. Ces filaments sont tantôt disposés sans ordre, tantôt parallèles les uns aux autres ou disposés en éventail dans les gros bourgeons saillants (obs. I). Ces éléments sont au milieu d'un suc transparent.

En examinant le tissu morbide au microscope sur des coupes à un grossissement de 12 diamètres et à la lumière réfléchie (pl. XIV, fig. 5), ou à un plus fort grossissement (pl. XIV, fig. 1), on obtient des tubes allongés, multiples et anastomosés comme les tubes glandulaires, si le sens de la coupe est parallèle à la direction des filaments. Dans le cas contraire, si la section les rencontre perpendiculairement à leur direction, on n'a que des alvéoles circulaires. Il faut examiner les préparations faites suivant ces deux diamètres longitudinal et transversal des tubes pour en avoir une idée complète.

Sur des coupes longitudinales, on voit que les filaments précédents sont renflés de distance en distance et présentent sur leurs parties latérales des dilatations acineuses ; qu'ils s'anastomosent fréquemment les uns avec les autres, et se terminent par une ou plusieurs ramifications qui rappellent la forme de certaines glandes, par exemple, celle des glandes de la prostate ou des glandes composées du col utérin. Cette disposition était très-manifeste dans l'une de nos observations, dont nous avons dessiné (fig. 5) une préparation. Souvent un filament se divise en deux branches qui se séparent à angle aigu, puis se réunissent bientôt, ainsi que cela est représenté figure 1 en *e*. Ces filaments sont séparés les uns des autres par de minces couches du tissu dans lequel ils se

sont développés, par exemple, le tissu conjonctif et le tissu musculaire de l'utérus. Leurs anastomoses, les prolongements qu'ils envoient et leur position au milieu de cylindres creux formés par un tissu beaucoup plus résistant qu'ils ne le sont eux-mêmes, expliquent comment, en pressant la masse dégénérée, on n'en obtient que des fragments.

Si l'on étudie ces productions avec un grossissement de 200 à 300 diamètres, on reconnaît que les filaments se composent de cylindres pleins formés de cellules nucléaires, prismatiques ou pavimenteuses (pl. XIV, fig. 3, grossissement de 200 diam.), agglutinées entre elles par une substance amorphe granuleuse. A leur centre, il n'existe jamais de cavité libre ou lumière, comme dans les glandes tubulaires normales. Les cellules possèdent toujours un noyau ovoïde généralement parallèle à la direction du cylindre pour celles qui siégent à son centre, et perpendiculaire à sa direction pour celles qui limitent sa surface. Les noyaux sont finement granuleux, possèdent rarement un nucléole apparent, et mesurent en moyenne $0^{mm},014$ en longueur sur $0^{mm},009$ en largeur. Le diamètre des tubes, très-variable, non-seulement d'une observation à une autre, mais aussi dans les divers points d'une même tumeur, oscille entre $0^{mm},030$ et $0^{mm},50$. Ce sont les parties de la tumeur les plus anciennes et déjà ulcérées qui offrent les tubes les plus volumineux, tandis que le périphérie de la tumeur où se trouve un tissu morbide plus jeune en continuel accroissement excentrique, possède les plus petits. Aucun d'eux ne présente de paroi ou gaîne propre ; ils sont limités seulement par la matière amorphe qui unit entre elles les cellules et qui, les dépassant dans une petite épaisseur à la surface des cylindres, ressemble parfois à une paroi ; mais alors, en examinant les fragments de tube qu'on obtient par la dissection simple, il est facile de s'assurer qu'ils n'ont pas d'enveloppe isolable.

Sur les coupes transversales de ces tubes aussi bien que de leurs ramifications acineuses, on peut s'assurer qu'ils sont exactement remplis d'épithélium et que les cellules périphériques sont implantées perpendiculairement à la paroi, suivant la direction des rayons émanés du centre du tube.

Le tissu au milieu duquel ces productions se sont creusées leurs loges cylindriques est tantôt un tissu conjonctif, et alors il présente un grand nombre de noyaux sphériques mesurant de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$, généralement disposées en séries linéaires entre les fibres, tantôt le tissu musculaire de l'utérus, et alors les noyaux allongés des fibres présentent souvent une dégénération granulo-graisseuse. C'est dans ce tissu que se trouvent les vaisseaux sanguins habituellement peu développés. Ainsi constituées, les loges cylindriques des productions glandulaires ne possèdent pas de membrane spéciale à leur surface interne.

Avant d'étudier le mode de propagation de ces tumeurs aux parties voisines, et le rôle de leurs diverses parties dans la production de l'ulcération, nous rapportons ici deux observations de tumeurs hétéradéniques du col, enlevées par M. Cusco à une époque assez rapprochée de leur début.

Obs. I (communiquée par M. Lannelongue, interne du service) (voy. pl. XIV, fig. 1). *Tissu hétéradénique du col utérin.* — *Mort par péritonite.* — Marie L..., âgée de trente-cinq ans, entra le 2 mars 1864 à l'hôpital Lariboisière, au n° 23 de la salle Sainte-Marthe, dans le service de M. le docteur Cusco.

Cette femme est malade depuis cinq mois ; elle a ressenti des douleurs dans le bas-ventre et les reins, a eu des métrorrhagies tous les quinze jours, de la leucorrhée, et depuis deux mois, elle perd continuellement un liquide rougeâtre mélangé de sang.

État actuel. — Femme cachectique, très-pâle, dont la figure annonce une vieillesse prématurée. Par le *toucher* vaginal, on sent une tumeur du col utérin végétante, ulcérée, douloureuse à la pression du doigt. Les jambes sont œdématiées.

L'*ablation* de la tumeur fut opérée le 16 mars, par l'écrasement linéaire, après abaissement préalable de l'utérus. Tout le col fut enlevé au niveau de l'insertion vaginale. Le jour de l'opération il se déclara une hémorrhagie assez considérable de la plaie qui nécessita le tamponnement. Le pouls était petit et l'anémie profonde, mais il n'y avait pas de réaction fébrile.

Le 19 mars, l'examen au spéculum montre que la surface de la plaie est en bonne voie de cicatrisation et couverte de pus de bonne nature. Les ligaments larges sont libres.

L'amélioration continue, et malgré une seconde hémorrhagie qui se déclare huit jours après l'opération, la malade se lève, et reprend un peu de ses forces. Pas de sensibilité du ventre.

La malade demande à sortir quinze jours après l'opération ; mais pendant le trajet, elle est prise d'une douleur vive dans le ventre et on la ramène de

nouveau dans la salle. Par le toucher vaginal pratiqué le même soir, on constate un empâtement considérable dans le cul-de-sac postérieur. De plus, le doigt sentait à ce niveau une bride avec une dépression semblant conduire à un foyer.

Les jours suivants, les symptômes d'une péritonite généralisée se déclarent : vomissements, douleur, diarrhée très-abondante, et amènent rapidement la mort de la malade.

L'*autopsie* a montré qu'il existait, en effet, dans les ligaments larges, un foyer purulent communiquant d'une part avec le péritoine, et de l'autre s'ouvrant dans le cul-de-sac postérieur du vagin. La plaie était vascularisée et présentait sur une surface lisse quelques bourgeons charnus de la grosseur d'une tête d'épingle. La tumeur avait été enlevée complétement, et il n'y avait pas de trace apparente de reproduction. Dans les autres organes, on n'a trouvé aucune tumeur secondaire de nature cancéreuse.

La tumeur enlevée me fut remise le même jour, et voici les résultats de mon examen :

La partie enlevée présente une hypertrophie bourgeonnante des lèvres du col; celles-ci, irrégulières, bosselées, volumineuses, renversées en dehors, mesurent dans leur plus grand diamètre environ 5 centimètres ; l'orifice du museau de tanche est dilaté et sa cavité irrégulière, anfractueuse, ulcérée. Toute la portion enlevée est transformée complétement en un tissu blanchâtre, sans être tout à fait opaque, très-peu vasculaire, rappelant la couleur de la prostate ; la consistance de la tumeur, bien qu'assez ferme, est loin de présenter la dureté des tumeurs squirrheuses. La surface de la tumeur ne se couvre pas de liquide laiteux quand on la presse. Sur une coupe perpendiculaire à sa surface, on voit à l'œil nu ou à la loupe, de *petits filaments blancs généralement parallèles entre eux*, *divergeant en éventail dans les gros bourgeons* (ce sont ces filaments que représente au microscope la fig. 1, pl. XIV). En raclant avec le scalpel la surface de section, on n'a pas de suc laiteux miscible à l'eau, mais seulement des fragments plus ou moins longs des filaments précédents.

L'*examen microscopique* de ces filaments, fait d'abord en les prenant simplement au bout de l'aiguille et les portant sur la plaque de verre sans les dilacérer, montre, à un grossissement de 150 diamètres, des tubes irréguliers très-larges, nettement limités à leurs bords, possédant des renflements pariétaux et des terminaisons en cul-de-sac. En les dilacérant, il est impossible de mettre en évidence une paroi glandulaire propre, mais on reconnaît qu'ils sont formés par des cellules nucléaires ou pavimenteuses agglutinées entre elles par une substance amorphe. Tout le filament ou cylindre est formé de cellules et il n'y a pas de cavité centrale. Les noyaux sont tous remarquablement égaux dans leur forme et leurs diamètres ; ils sont ovoïdes, à grand diamètre dirigé parallèlement à la longueur du tube, très-réguliers, finement

granuleux sans nucléole et mesurent $0^{mm},014$ en longueur sur $0^{mm},009$ en largeur. Beaucoup de ces cylindres ne possèdent que des noyaux ; dans d'autres on a des cellules pavimenteuses, polyédriques, dont le noyau est le même que le précédent et dont la cellule entière mesure $0^{mm},016$ à $0^{mm},019$ dans son plus grand diamètre. Il est très-rare de trouver une cellule à deux ou plusieurs noyaux ; on rencontre aussi des parties de tubes où un certain nombre de cellules sont exactement sphériques, vésiculeuses, de $0^{mm},018$ à $0^{mm},020$, et se sont transformées en une petite cavité remplie de liquide granuleux.

En faisant, soit à l'état frais, soit après macération préalable dans une solution faible d'acide chromique, des coupes perpendiculaires à la surface de la tumeur, dans la direction visible à l'œil nu des cylindres précédents, on peut étudier leur disposition relativement au tissu qui les entoure et leurs diamètres. La figure 1 représente une de ces coupes où l'on peut voir la diversité des formes qu'affectent les cylindres pleins composés de cellules *b b* (à ce faible grossissement, les noyaux des cellules paraissent comme de fines granulations). Ils sont généralement parallèles les uns aux autres et dirigés de la surface *s* de la tumeur à sa partie profonde *p*. Ils sont souvent unis les uns aux autres par des prolongements transversaux *c ;* en *e*, l'un de ces cylindres se divise à angle aigu en deux branches qui se réunissent bientôt. Ils possèdent tous des renflements sphériques *d*, de distance en distance sur leur trajet, et l'on peut voir assez souvent aussi que l'un de ces cylindres se ramifie en un point pour se terminer par plusieurs culs de-sac. Comme ils forment tous un système ramifié indéfiniment dans la profondeur de la tumeur, il est difficile d'apprécier leur longueur, parce que par la dilacération ils se cassent et que sur une coupe on les perd bientôt. On peut néanmoins en isoler ou en voir sur une coupe qui ont 1/2 à 2 millimètres de longueur. Leur largeur est de $0^{mm},15$ à $0^{mm},25$; en moyenne $0^{mm},20$.

Ces cylindres pleins, qui ont ainsi la plus grande analogie avec des glandes, sont séparés les uns des autres par un tissu peu épais *a* qui, examiné à un grossissement de 300 diamètres, est formé de fibres de tissu conjonctif, parallèles, et de noyaux sphériques avec ou sans nucléoles, réfringents, qui mesurent de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$ ou $0^{mm},006$. Ces noyaux sont souvent très-nombreux, souvent disposés en séries linéaires, au contact les uns des autres entre les fibres de tissu conjonctif. C'est au milieu de ce tissu que sont creusées les cavités cylindriques où se loge le tissu hétéradénique. La paroi interne de ces cavités est uniquement limitée par le tissu conjonctif, sans membrane spéciale.

Il est intéressant de savoir comment se comportent ces deux éléments de la tumeur, cylindres épithéliaux et tissu conjonctif, *à la surface de la tumeur :* c'est ce qu'explique très-bien la figure 1 : la ligne *s* représente la surface de la tumeur ; les cylindres épithéliaux se limitent au point où la matière amorphe qui agglutine les cellules a conservé sa propriété normale de cohésion ; mais lorsque, dans l'*ulcération de la tumeur*, la matière amorphe liquéfiée ne retient pas les cellules au contact, celles-ci sont dissociées et entraînées par le liquide

pour constituer le suc ichoreux qui coule dans le vagin; alors les cylindres sont vides et il ne reste plus que leurs parois de tissu conjonctif qui sont libres et flottantes à la surface *a'*. Par les progrès de l'ulcération, il peut arriver qu'un tube épithélial transversal qui en réunit deux longitudinaux, comme celui représenté en *c*, se trouve juste à la surface ulcérée, figure que nous avons souvent rencontrée dans nos préparations.

Dans les différents points de cette tumeur qui paraissaient tous du même âge et qui s'était développée depuis peu, nous n'avons pas rencontré de cellules agglomérées sous forme de globes épidermiques.

L'observation suivante est complétement analogue à celle qu'on vient de lire.

Obs. II (communiquée par M. Thévenot, interne du service). — D..., âgée de cinquante-deux ans, entrée le 14 juin 1854 dans la salle Sainte-Marthe (service de M. Cusco), souffre de douleurs dans le bas-ventre et les reins depuis deux mois et demi.

M. le docteur Cusco pratiqua l'amputation du col le 21 juin, par l'écrasement linéaire après abaissement de l'utérus. Après l'opération, qui n'avait pas compris la totalité de la tumeur, une hémorrhagie peu abondante mais continue, eut lieu et dura les jours suivants, en même temps que se manifestèrent les signes d'une péritonite qui enleva la malade le 25 juin. L'autopsie, faite le 26 juin, ne montra aucun dépôt secondaire dans les organes.

L'examen de la tumeur étudiée à l'œil nu et au microscope est tellement identique avec celui de l'observation précédente, que ce serait m'exposer à une répétition inutile en le transcrivant en détail, il me suffira de dire que la production morbide avait la même coloration blanchâtre, la même consistance ; qu'elle se caractérisait par l'absence de suc miscible à l'eau ; et, à l'examen microscopique, par des filaments glanduliformes de même dimension et de même structure que ceux de l'observation I. Il n'y avait pas non plus de globes épidermiques.

Nous venons de voir deux cas de tumeur hétéradénique du col à une période très-rapprochée de leur début, et cependant nous n'avons pas pu décider par ces deux examens, la question fort intéressante de savoir si les glandes normales du col en étaient ou non le point de départ. Dans nos deux observations, en effet, il n'y avait plus vestige de la muqueuse du museau de tanche, et toute la portion vaginale était transformée en un tissu très-voisin d'un tissu glandulaire, mais qui s'en distinguait néanmoins, parce que les tubes glanduliformes constituaient un système anastomotique très-irrégulier dans sa disposition et ne possédaient pas de

membrane glandulaire propre. Dans l'observation IV, la partie de la muqueuse de la portion vaginale du col était conservée intacte, et dans le tissu sous-muqueux existait une infiltration épithéliale, mais là encore le point de départ de la tumeur nous échappait.

V. Mais si nous n'avons pas pu voir ces tumeurs hétéradéniques à leur début, au moins avons-nous pu étudier *leur mode de propagation* et d'envahissement dans les parties voisines. On sait, en effet, qu'une tumeur idéale donnée s'accroît par l'adjonction à la première tumeur de petites masses, îlots ou *granulations* de même nature qu'elle, qui se développent isolément à sa circonférence. Et si, comme nous allons en donner des exemples, ces dépôts secondaires ou granulations sont, à leur début, séparés de la tumeur primitive, l'étude de leur mode de développement suffira pour connaître le mode de début des tumeurs hétéradéniques en général, bien que ne donnant pas d'une façon absolue celui des tumeurs hétéradéniques du col de l'utérus en particulier. Dans l'observation suivante, nous avons fait d'une manière aussi complète qu'il nous a été possible l'étude de ces granulations.

Obs. III. *Tumeur hétéradénique du col utérin. — Granulations de même nature de la surface de l'utérus et du tissu cellulaire sous-muqueux de la vessie. — Globes épidermiques dans un ganglion pelvien. — Mort par péritonite.* — L..., âgée de soixante-deux ans, entrée le 23 octobre 1863 à l'infirmerie de la Salpêtrière, au n° 3 de la salle Sainte-Marthe, dans le service de M. Charcot, morte le 14 novembre 1863.

Autopsie faite le 15 novembre. Maigreur assez prononcée du sujet. Les deux poumons sont œdémateux ; le cœur est petit, revenu sur lui-même ; le péricarde et les plèvres sont sains. La cavité du péritoine est pleine de pus localisé surtout au-dessus du foie. La cavité du petit bassin est complétement fermée à sa partie supérieure par l'adhérence des organes au moyen de fausses membranes fibrineuses. Le foie est de volume normal, la périphérie des lobules hépatiques est grise, en dégénération graisseuse ; leur centre est de coloration rouge. La rate est de volume normal, sans lésion. L'uretère et le calice du rein droit sont distendus ; le rein du même côté présente une anémie et une infiltration urineuse très-manifestes. Le rein gauche est sain.

La muqueuse de la vessie est soulevée par un grand nombre de petites granulations solides, blanches sur une coupe, de la grosseur d'une tête d'épingle ou d'une lentille, souvent agglomérées. Ces granulations existent dans tout le bas-fond de la vessie. La muqueuse qui les recouvre ne présente aucune ulcé-

ration ; elle est pâle partout, excepté au niveau de l'orifice uréthral où elle est congestionnée. Le tissu qui sépare la muqueuse vésicale du col de l'utérus est épais, complétement dégénéré, friable, de coloration blanchâtre.

Le vagin et l'utérus ne forment plus qu'une cavité ulcérée où il est impossible d'assigner les limites du col. Le col et une grande partie du corps de l'utérus sont détruits, et il ne reste plus de cet organe que la partie supérieure du corps et le bord supérieur. A la surface péritonéale de la partie conservée du corps de l'utérus, on voit sous les fausses membranes fibrineuses, des granulations du volume d'un grain de millet à un grain de chènevis, très-nombreuses, blanchâtres, saillantes et situées dans le tissu même de l'utérus sous le péritoine.

La partie ulcérée de l'utérus et du vagin est recouverte par une couche grise adhérente d'où partent des débris flottants, allongés, grisâtres, friables. En détachant cette couche superficielle, on voit au-dessous d'elle des fongosités et des bourgeons blanchâtres couverts de vaisseaux mesurant en diamètre de 1 millimètre à 1 centimètre.

Le rectum est sain.

Les ganglions lymphatiques sacrés et lombaires, surtout du côté droit, sont complétement dégénérés, de la grosseur d'une noisette, montrant sur une coupe une surface blanchâtre d'où suinte par la pression un liquide puriforme ou caséeux. Les ganglions inguinaux sont gros, mais ils ont leur couleur et leur consistance normales.

Les nerfs sacrés et les veines des membres inférieurs et hypogastriques sont normaux.

Examen microscopique. — A l'état frais, nous avons examiné le liquide qui suintait sur les coupes de la paroi du cloaque utéro-vaginal, et nous avons vu des cellules très-variables de forme, polyédriques, prismatiques, allongées avec plusieurs prolongements. Elles possédaient toutes des noyaux ovalaires ou sphériques de $0^{mm},007$ à $0^{mm},010$ de diamètre, la plupart des noyaux n'avaient pas de nucléoles.

Nous avons fait durcir dans l'acide chromique la vessie, la portion de l'utérus qui présentait des granulations sous-péritonéales, un des ganglions et une partie de l'ulcère utéro-vaginal ; voici les résultats de cet examen ultérieur fait sur des coupes.

Les coupes perpendiculaires à la surface de l'*ulcération* montrent des cavités allongées en doigt de gant (analogues à celles représentées fig. 1), séparées les unes des autres par du tissu conjonctif. Les cavités sont remplies incomplétement par des cellules libres et peu nombreuses dans la partie des cavités alvéolaires voisine de la surface, tandis que les cellules du fond des cavités sont encore cohérentes. Le tissu conjonctif qui entoure ces cavités est très-vasculaire ; il forme à la surface de l'ulcération des saillies libres, fibreuses, analogues à celles représentés fig. 1 en *a'*, mais plus longues et plus vasculaires. Ainsi, *à la surface de l'ulcération les deux éléments qui entrent dans la tumeur subissent une modification toute différente : les cellules des*

tubes glanduliformes se désagrégent, deviennent libres et tombent dans le liquide ichoreux de l'ulcère, tandis que d'un autre côté, le tissu conjonctif forme des saillies vascularisées qui donnent à l'ulcération son apparence papillaire et bourgeonnante. Au-dessous de cette couche, on trouve des filaments ou tubes ressemblant à ceux des glandes tubuleuses, allongés, anastomosés ou ramifiés très diversement, bien limités à leurs bords et mesurant en largeur $0^{mm},030$ à $0^{mm},050$. Les cellules qui les remplissent complétement sont arrondies ou polyédriques. Leurs noyaux volumineux mesurent $0^{mm},007$ à $0^{mm},009$; ils sont arrondis ou ovoïdes, avec ou sans nucléole ; ils ont tous sensiblement le même diamètre et la même forme. Les cellules elles-mêmes mesurent $0^{mm},010$ à 0,012. Plus profondément enfin, à la limite de la néoplasie avec le tissu normal, on trouve une couche formée, comme les faisceaux qui séparent les tubes glanduliformes, de fibres lamineuses et de nombreux noyaux arrondis de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$ disposés le plus souvent en séries linéaires Dans toutes les parties examinées de l'ulcération, nous n'avons pas vu de globes épidermiques.

Mais il n'en a pas été de même sur les coupes du *ganglion lymphatique*. Là, nous avons trouvé des cavités alvéolaires plus grandes remplies de cellules pavimenteuses ressemblant à celles du corps muqueux de Malpighi, plus grosses que les précédentes, et au centre de ces cavités se trouvaient presque toujours des *globes concentriques d'épiderme*. Ainsi, nous n'avons pas pu rencontrer de globes épidermiques dans les parois de l'ulcère, tandis qu'il y en avait en grand nombre et de très-manifestes dans les ganglions.

La partie la plus intéressante de cet examen est bien certainement l'étude des *granulations* de l'utérus et de la vessie ; aussi lui avons-nous consacré les figures 2, 3 et 4 de la planche XIII. La figure 4 représente une granulation située sous le péritoine au bord supérieur de l'utérus. La ligne F présente une convexité supérieure qui est le relief de la granulation. On y trouve, en allant de la surface à la partie profonde, la coupe du péritoine, puis du tissu propre de l'utérus et enfin la granulation proprement dite. Celle-ci est formée par des tubes glanduliformes pleins de cellules épithéliales, analogues par leurs dimensions aux mêmes éléments que nous avons décrits dans les parois de l'ulcération. Mais dans ces granulations, les cylindres pleins, composés d'épithélium, sont groupés suivant des dessins parfois très-élégants ou bizarres, très-variables, bien que généralement tous les tubes d'une même granulation semblent partir d'un centre commun. Ainsi la disposition des tubes est bien différente dans les trois figures 4, 2 et 3, qui proviennent de la même malade ; dans la figure 4, ils sont disposés en éventail, dans la figure 3 comme les rayons de la roue d'un char ; mais dans les trois cas, le plus grand nombre des tubes divergent d'un point commun qui est un tube plus volumineux. Dans cette observation les tubes sont beaucoup plus petits que dans les deux précédentes et ne mesurent que $0^{mm},030$ à $0^{mm},080$. Indépendamment des formes que nous avons représentées fig. 2, 3, 4, il y en avait une infinité d'autres dont les types sont très-difficiles à décrire. *La chose essentielle à constater*,

et que nous avons toujours vérifiée, c'est que ces tubes glanduliformes existaient dans toutes les granulations, quelque petites qu'elles fussent. Dans les plus petites, les tubes étaient plus minces et le tissu utérin qui les séparait était normal; dans les plus grosses, c'est-à-dire celles ramollies à leur centre et de la grosseur d'un petit pois, les cloisons de tissu utérin avaient disparu et il s'était formé des cavités acineuses plus ou moins régulièrement disposées, remplies de cellules épithéliales libres, non cohérentes les unes aux autres, formant un liquide blanchâtre ou caséeux.

Les granulations de la surface de l'utérus étaient souvent isolées, et j'insiste sur ce point qui est important pour comprendre le mode d'extension des productions nouvelles ; souvent aussi ces granulations étaient au contact les unes avec les autres et avec le tissu du corps utérin entièrement dégénéré.

Les granulations du bas-fond de la vessie étaient aussi tantôt isolées, et c'étaient les plus rapprochées de la muqueuse vésicale, tantôt agglomérées et confondues à mesure qu'on se rapprochait de la surface ulcérée du vagin. La muqueuse vésicale était saine; elle possédait son épithélium superficiel et ses follicules glandulaires normaux qui ne nous ont offert nulle part de relation manifeste avec le tissu hétéradénique.

Ainsi, d'après l'observation qu'on vient de lire, les petites masses ou granulations de tissu hétéradénique peuvent naître isolément sans aucune relation apparente avec la tumeur primitive, et présenter dès leur début les tubes glanduliformes, anastomosés avec leurs prolongements multiples en forme de cul-de-sac, qui sont la caractéristique de ce tissu. Dans les plus petites granulations, les tubes sont très-petits, et possèdent seulement un épithélium nucléaire. Tels sont les résultats certains de l'observation; mais si l'on veut pénétrer plus avant dans l'étude de l'origine de ce tissu, on se trouve vis-à-vis de problèmes entourés des plus grandes difficultés.

L'épithélium nucléaire des tubes provient-il d'un tissu normal préexistant, ou se forme-t-il de toutes pièces par genèse? Il ne provient pas de glandes préexistantes, puisqu'on trouve des granulations isolées dans des parties où il n'existe pas de glandes à l'état normal, telles, par exemple, que la surface péritonéale de l'utérus dans le fait précédent. C'est justement là ce qui justifie le nom d'hétéradénique que lui a donné M. Robin. Les noyaux épithéliaux dérivent-ils davantage des éléments du tissu conjonctif? D'après nos propres recherches sur ce point, nous ne sommes pas

en droit de l'affirmer. C'est, il est vrai, généralement au sein du tissu conjonctif qu'on les observe d'abord, et les éléments de ce tissu dans les granulations subissent des métamorphoses ; les corpuscules deviennent plus apparents et souvent on peut voir un de leurs noyaux en train de se diviser. Ce processus aboutit à la formation de noyaux sphériques ou aplatis sur leurs faces par pression réciproque, ordinairement disposés en séries linéaires. Mais ces noyaux sphériques mesurent de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$ en diamètre, tandis que les noyaux épithéliaux qu'on voit en même temps agglomérés sous forme de cylindres, mesurent $0^{mm},009$ dans leur plus grand diamètre et sont ovoïdes ; une grande différence de dimension et de forme sépare ces éléments, et nous n'avons pas pu voir nettement les formes qui leur seraient intermédiaires. En outre, les éléments épithéliaux des tubes deviennent des cellules pavimenteuses, et subissent diverses altérations, telles que l'état vésiculeux, la dégénération graisseuse ou épidermique, tandis que les éléments nucléaires du tissu conjonctif qui entoure les tubes épithéliaux conservent leur forme et leur volume pendant toute la durée de l'existence de la néoplasie épithéliale. Aussi croyons-nous que ces deux tissus, le tissu conjonctif et épithélial, sont indépendants l'un de l'autre dès l'origine et restent toujours séparés. Nous sommes par conséquent amenés naturellement à l'hypothèse d'une genèse spontanée d'éléments épithéliaux nucléaires d'abord, puis pavimenteux, disposés sous forme de cylindres ressemblant aux glandes, genèse qui reproduit pathologiquement chez l'adulte ce qui se passe à l'état physiologique dans l'embryon. (Voy., pour plus de détails, le mémoire de M. Robin sur la naissance des éléments anatomiques, ci-dessus pages 26 et suivantes, et l'examen microscopique de notre observation IV.) Cette genèse d'éléments épithéliaux sous forme de tubes glanduliformes se continue pendant toute la période d'accroissement de la tumeur, et les tubes envoient de tous côtés, latéralement et à leurs extrémités, des prolongements multiples en culs-de-sac, en doigt de gants, etc.

Pendant que la tumeur s'accroît à sa périphérie par les prolongements des cylindres glanduliformes, en même temps que naissent des granulations isolées du même tissu, les parties de la

tumeur développées les premières subissent des altérations que nous devons maintenant étudier sous trois chefs principaux :

1° Lésions des cellules épithéliales (état vésiculeux, dégénération graisseuse, globes épidermiques).

2° Destruction des tubes glanduliformes (désunion des cellules, ramollissement, ulcération).

3° Altérations des vaisseaux capillaires et veineux (destruction putrilagineuse ou gangréneuse de la tumeur).

VI. *Lésions des cellules épithéliales.* — En 1849, Virchow décrivait (1) les cavités creusées au milieu des cellules épithéliales du cancer, cavités qui contiennent souvent dans leur intérieur soit un ou plusieurs noyaux, soit une cellule, et les regardait comme un mode de génération des cellules (physalides). S'il est certain que ces cellules ainsi creusées sont souvent remplies d'éléments nouveaux, on doit dire aussi que ce mode de genèse est loin d'être général, qu'il ne s'observe pas dans tous les faits, et que plus souvent encore ces cellules creuses sont stériles. Dans ce cas l'état vésiculeux des cellules est « un processus régressif au lieu d'être un processus progressif », ainsi que l'ont démontré E. Wagner (2) et W. Braune (3). C'est la dégénération muqueuse ou colloïde des cellules qui, lorsqu'elle envahit tous les éléments d'une tumeur épithéliale, lui donne à l'œil nu l'apparence gélatiniforme qui lui vaut le nom de cancer colloïde. Les cellules épithéliales sont très-régulièrement sphériques, creusées d'une cavité remplie d'un liquide contenant lui-même des granulations. La membrane des cellules ainsi distendue montre un double contour, et dans un point de sa circonférence le noyau généralement conservé. Nous avons rencontré cet état vésiculeux dans un assez grand nombre de nos observations, mais toujours partiel, borné à quelques cellules de l'intérieur des tubes glanduliformes.

Assez souvent aussi quelques-unes des cellules du centre de ces tubes étaient sphériques et remplies de granulations graisseuses comme le représente en *m* la figure 1 de la planche XV.

(1) *Archiv für path. Anat. und Physiol.*, t. III, p. 197.
(2) *Wunderlich's Archiv für Heilkunde*, t. XV, 1856.
(3) *Archiv. für path. Anat. und Physiol. von Virchow*, 1859, t. XVII, p. 464.

Dans un autre état des cellules que nous regardons comme une métamorphose régressive, elles prennent l'apparence cornée des cellules de la couche superficielle de l'épiderme et se réunissent en sphères à couches concentriques. Ces globes épidermiques que longtemps on a regardés comme la caractéristique du cancroïde, existaient au centre des tubes glanduliformes dans la plus grande partie de nos observations. Ils offraient avec l'état vésiculeux et la dégénération graisseuse des cellules ce caractère commun et constant de siéger au centre des cylindres au milieu des noyaux ou cellules pavimenteuses situées toujours entre eux et la surface de la production glanduliforme. C'est ce que représentent les figures 2 et 3 de la planche XV; c'est cette disposition que M. Verneuil a figurée dans les tubes à renflements multiples qu'il regarde comme provenant des glandes sudoripares (*Archiv.*, 5e série, t. IV, p. 698), et Paulicki dans les corps acineux du cancroïde (*Allgmeine Pathol.*, p. 256, fig. 144).

Les globes épidermiques n'existent pas dans toutes nos observations de tumeurs hétéradéniques; ils manquent en général à leur début (obs. I et II), et dans les parties les plus jeunes des productions anciennes; dans une tumeur qui date d'un certain temps on les trouve localisés dans des points bien circonscrits, comme, par exemple, dans un ganglion lymphatique de l'observation III, alors qu'il n'y en avait nulle autre part dans la tumeur du col; ou bien sur la surface ulcérée du vagin et du col, dans de petites tubérosités blanchâtres, cireuses, assez résistantes, qui tranchent en général par ces caractères et leur absence de vascularisation sur le reste de l'ulcération, et qui ont le volume d'un grain de chènevis à une noisette. Il nous est arrivé plusieurs fois de chercher en vain pendant toute une journée des globes épidermiques dans une tumeur hétéradénique du col, alors qu'il en existait seulement sur le vagin ulcéré dans une ou deux des tubérosités que nous venons de décrire, l'observation qu'on va lire en est un exemple.

OBS. IV. *Tumeur hétéradénique ulcérée du col de l'utérus et du vagin. — Propagation aux ganglions pelviens et à la vessie. — Compression des branches afférentes du sciatique. — Phlegmon du ligament large, ouvert dans le*

péritoine. — Mort par péritonite. — M..., âgée de trente-neuf ans, entre le 26 mai 1863 à l'infirmerie de la Salpêtrière, au n° 18 de la salle Sainte-Marthe, dans le service de M. le docteur Charcot.

Elle a eu un seul enfant il y a douze ans. Elle a eu de la leucorrhée toute sa vie ; depuis deux ans, elle souffre du dos et du bas-ventre ; ses règles, qui duraient autrefois huit jours, ne durent plus que trois à quatre jours depuis deux ans ; elle n'a pas éprouvé de métrorrhagie, mais seulement elle tache son linge en rouge depuis six mois. Il y a sept semaines, métrorrhagie extrêmement abondante.

Le *toucher vaginal* fait sentir une tumeur bosselée du col dont l'orifice est largement entr'ouvert et mou. Pas de ganglions lymphatiques volumineux.

La malade sortit sur sa demande le 6 juillet et rentra le 29 du même mois au n° 15 de la même salle. Pendant son séjour à l'infirmerie, elle se plaignait souvent de douleurs dans la cuisse gauche.

Autopsie faite le 7 décembre 1863, trente-heures après la mort.

Maigreur extrême du sujet. Teinte verte cadavérique des parois abdominales.

Le cœur est petit, contracté, sans lésions au péricarde ni aux orifices.

Les poumons sont anémiés et emphysémateux.

Le *péritoine* est plein de pus ; les intestins sont agglutinés entre eux par de fausses membranes fibrineuses molles. La cavité pelvienne est fermée par les adhérences des organes ; on voit à droite et en arrière de la vessie une petite *perforation* dont les bords sont très-nets, la forme circulaire, et d'où l'on fait sortir du pus par la pression.

Cette perforation pénètre dans une poche kystique ne communiquant ni avec la vessie, ni avec le cloaque utéro-vaginal. Cette poche purulente, qui siége dans le ligament large du côté droit, est sillonnée par des vaisseaux dirigés d'une de ses parois à l'autre, vaisseaux dont la tunique externe est rouge et tomenteuse.

Le foie est petit ; la périphérie des lobules est grise (dégénération graisseuse) et le centre est rouge. Les lobules sont eux-mêmes plus petits qu'à l'état normal.

L'estomac est normal, sans lésion de sa muqueuse. La rate est saine. Les reins sont globuleux ; leur capsule s'enlève facilement ; la substance corticale est pâle, anémiée, œdémateuse.

Les bassinets et les uretères sont distendus.

La *vessie* présente, sur son bas-fond, un bourgeonnement en chou-fleur formé de granulations agglomérées et rouges à leur surface, blanches sur une coupe.

Le *col de l'utérus* et la partie supérieure du vagin sont transformés en une ulcération qui présente sur la surface vaginale des excroissances de deux sortes : les unes sont rouges, fortement vasculaires ; les autres n'ont pas de vaisseaux visibles à l'œil nu, et sont blanches, opalines, assez dures. Dans ces

dernières, l'*examen microscopique* démontre de grandes cellules pavimenteuses mesurant jusqu'à $0^{mm},03$ contenant un noyau ovoïde dont les deux diamètres sont $0^{mm},015$ et $0^{mm},009$. On y trouve aussi un grand nombre de *globes épidermiques* (ce sont, du reste, les seules parties où nous ayons trouvé des globes concentriques d'épiderme).

Après avoir fait une coupe longitudinale de l'utérus, on reconnaît que la portion vaginale et la cavité du col sont remplacées par une vaste perte de substance dont la surface est blanchâtre, peu riche en suc, peu vascularisée, anfractueuse. La hauteur de ce qui reste de l'utérus mesure en longueur 6 centimètres. Les parois de la partie supérieure du corps utérin ont 15 millimètres de large. Dans la moitié inférieure de l'utérus, ces parois sont considérablement épaissies et dégénérées ; elles ont sur la coupe une coloration blanchâtre : le tissu qui les remplace est assez consistant, pâteux ; quand on le racle avec le scalpel, il ne donne pas un suc laiteux homogène et miscible à l'eau, mais, au contraire, très-peu de suc et des grumeaux ou des filaments blanchâtres, opaques. Ce tissu, étudié à l'aide de la dissection simple ou de coupes, nous a présenté des *tubes allongés, renflés de distance en distance en cul-de-sac, homogènes, formés par des cellules épithéliales pavimenteuses ou des noyaux agglutinés entre eux par une substance homogène finement granuleuse.* L'un de ces tubes est représenté figure 1, planche XV, à un grossissement de 60 diamètres. Ces tubes ne possèdent pas de membrane propre séparable par la dissection, mais ils conservent très-bien leur forme quand on les aplatit entre les deux verres de la préparation ; ils ne possèdent pas de lumière centrale, mais, dans un certain nombre d'entre eux, les cellules placées à leur centre subissent la dégénération graisseuse et se métamorphosent en globules granuleux de Gluge. Leurs culs-de-sac terminaux ou pariétaux isolés offrent l'apparence de culs-de-sac glandulaires. Ils sont situés au milieu d'un tissu conjonctif très-riche en noyaux sphériques de $0^{mm},005$ de diamètre.

Je n'insiste pas davantage sur la structure de ce tissu qui offre avec les précédentes observations la plus grande analogie.

Les tubes nerveux des branches afférentes des sciatiques ne sont pas altérés, mais les troncs nerveux sont comprimés à droite par les ganglions pelviens du même côté, qui sont volumineux, blanchâtres, de consistance caséeuse.

Les ganglions lombaires sont gros et rouges sur une coupe, mais non dégénérés.

Les veines hypogastriques, iliaques et crurales sont remplies par des caillots fibrineux récents ; il n'y a pas d'œdème des membres inférieurs.

Les globes épidermiques peuvent s'observer à une époque très-voisine du début de la tumeur, ainsi que le montre le fait suivant.

Le 1er août 1864, mon collègue Delens me remit pour l'examiner une tu-

meur du col utérin enlevée par M. Chassaignac, chez une jeune femme de vingt-cinq ans, ayant eu deux enfants, et qui ne s'était aperçu de pertes jaunâtres que depuis trois semaines ; elle n'avait eu ni douleurs, ni métrorrhagies.

La portion que j'examinai était une des lèvres du col renversée en dehors, bourgeonnante, blanchâtre, sans suc sur toute la surface libre, lisse et étranglée à son union avec l'utérus. Dans la portion lisse et resserrée à la base de la production morbide, on reconnaissait à l'œil nu et encore mieux au microscope, tous les caractères de la muqueuse de la portion vaginale du col (voy. notre précédent mémoire inséré dans le numéro de juillet de ce journal). Cette muqueuse était très-épaisse, mesurait jusqu'à 1 millimètre et présentait à l'examen microscopique fait sur des coupes, ses nombreuses couches d'épithélium pavimenteux, stratifié, et ses papilles dont l'extrémité arrivait jusqu'à la couche la plus superficielle des cellules. En comprenant dans la même coupe la muqueuse et la portion exubérante de la tumeur, on voyait la muqueuse se terminer brusquement en biseau sur cette dernière. Toute la portion blanche et dégénérée, à surface granuleuse comme papillaire, présentait sur des coupes ou avec la dissection simple des tubes renflés et anastomosés, mesurant en largeur de $0^{mm},05$ à $0^{mm},08$, remplis de cellules nucléaires ou pavimenteuses, dont les noyaux mesuraient $0^{mm},009$ sur $0^{mm},006$. Dans l'intérieur de ces tubes, on rencontrait fréquemment des globes épidermiques.

Nous avons étudié spécialement dans cette tumeur assez récente, les parties intermédiaires entre les points altérés et ceux restés sains, entre la production bourgeonnante et la muqueuse restée à peu près intacte du museau de tanche.

Nous avons ainsi étudié sur des coupes très-minces la néoplasie à son début, et nous avons vu deux tissus bien distincts : 1° le tissu conjonctif contenant des noyaux de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$, sphériques, globuleux, réfringents, généralement sans nucléole, formant des tractus fins, et 2° des noyaux épithéliaux isolés, ovoïdes, plus transparents, avec un ou deux nucléoles très-volumineux. Ces noyaux, qui présentaient, en général, une membrane à double contour (à un grossissement de 600 diamètres, obj. 9 à immersion, ocul. 3 de Hartnach), étaient situés au milieu du tissu conjonctif précédent, dans de petites cavités qu'ils remplissaient exactement ; de telle sorte, qu'on voyait à côté de ces noyaux dans leur loge, des espaces ovalaires laissés vides par la sortie du noyau.

Il nous serait facile de multiplier les exemples de tumeurs hétéradéniques possédant, au centre des tubes glanduliformes, des globes épidermiques, car, sur nos dix-huit observations, nous avons rencontré quatorze fois cette disposition. Mais comme nos observations ne diffèrent guère que par le mode de propagation aux divers organes, par les accidents qui sont survenus, tandis que

l'examen microscopique des tumeurs est sensiblement le même, nous nous bornerons à résumer les complications dans un tableau général.

VII. *Destruction des tubes glanduliformes. Ulcération.* — L'altération que subissent les tubes glanduliformes de la surface libre de la tumeur pour produire l'ulcération est de la plus grande simplicité. Nous l'avons déjà exposée dans les observations I et III. Voici en quoi elle consiste : l'ulcération commence d'abord par la chute de l'épithélium pavimenteux qui tapisse la surface vaginale du col ; alors les bourgeons blanchâtres formés de tissu hétéradénique font saillie en toute liberté. Une coupe perpendiculaire à leur surface (fig. 1, pl. XIV) montre qu'à leur surface libre *s*, viennent se terminer deux tissus : le tissu hétéradénique avec les tubes pleins de cellules *b*, et le tissu conjonctif *a*. Nous savons que les cellules épithéliales des tubes sont agglutinées entre elles par une substance amorphe qui les maintient unies ; mais en même temps que ces cellules passent à l'état vésiculeux, graisseux ou épidermique, la matière amorphe se liquéfie, et les cellules devenues libres forment avec elle un liquide blanchâtre qui est le suc sécrété à la surface de l'ulcération.

Ainsi, si nous voulons continuer la comparaison du tissu hétéradénique avec les glandes normales, nous dirons que le premier ne possède pas comme les secondes de conduits excréteurs, mais que les phénomènes qui se passent dans l'ulcération lui en tiennent lieu. Les cellules désagrégées, granuleuses, qui constituent le suc cancéreux, sont un produit de sécrétion des glandes pathologiques, aussi bien que le lait ou la matière sébacée pour les glandes physiologiques. Dans l'un et l'autre cas, le liquide consiste dans des cellules épithéliales infiltrées de granulations graisseuses et plus ou moins altérées, fragmentées, méconnaissables ; la seule différence est que la sécrétion des hétéradénies les détruit en les ulcérant.

Lorsque, en effet, les cellules épithéliales se sont désagrégées, il ne reste plus que les cloisons minces de tissu conjonctif *a* qui proéminent à la surface de l'ulcération comme des franges minces, flottantes, vasculaires (*a'*, fig. 1, pl. XIV). Dans les points où

se trouvent, soit des cloisons de tissu conjonctif plus épaisses, soit des vaisseaux plus volumineux, il se produit, au lieu de franges minces, de petites tubérosités rouges visibles à l'œil nu qui ressemblent tout d'abord à des bourgeons charnus.

Et comme l'ulcération détruit rapidement tout le tissu hétéradénique, soit par le mode que nous venons de décrire, soit à l'aide des altérations secondaires des vaisseaux que nous allons étudier bientôt, il en résulte une perte de substance du col et même d'une partie du corps de l'utérus, qui se limite par une surface plane, perpendiculaire à la longueur de cet organe. Cette surface est recouverte de bourgeons vasculaires. Il en est de même de la partie de la surface ulcérée qui appartient aux culs-de-sac vaginaux. Mais là, la disposition réticulée des vaisseaux sous-jacents à la muqueuse vaginale, donne à la surface ulcérée une apparence spéciale qui se voit très-bien à l'œil nu. Elle présente des mailles quadrilatères, losangiques ou de toute autre forme, formées par des saillies linéaires, rougeâtres, recouvertes elles-mêmes de petits bourgeons charnus secondaires. Ces lignes saillantes et ces bourgeons sont tous formés par des vaisseaux de $\frac{1}{16}$ à 1 ou 2 millimètres de diamètre, recouverts par plusieurs couches de cellules épithéliales, de forme variée, dont les plus superficielles sont en dégénération graisseuse; on trouve fréquemment aussi à leur surface des globules de pus.

Il est rare qu'on ne trouve pas, en un ou plusieurs points de la surface ulcérée, ou dans le tissu qui la double ou dans les ganglions pelviens, de petites tumeurs de la grosseur d'un petit pois ou plus, blanchâtres, cireuses à l'œil nu, dont les coupes examinées au microscope montrent des tubes glanduliformes avec des globes épidermiques à leur centre. C'est là, du reste, dans le cas où la tumeur primitive a disparu totalement par les progrès de l'ulcération, le seul caractère qui puisse nous faire reconnaître sa nature. A un examen superficiel, il sera, dans ces cas, impossible de savoir si l'affection du col était ou non hétéradénique, car l'apparence à l'œil nu de l'ulcération, aussi bien que les lésions des vaisseaux que nous allons décrire, sont à peu de chose près les mêmes dans toutes les tumeurs épithéliales du col.

VIII. *Altérations des vaisseaux sanguins* (1). — Depuis les beaux travaux de M. Broca sur la propagation du cancer aux veines (2), le rôle des vaisseaux microscopiques et des capillaires dans les tumeurs cancéreuses a été bien étudié par P. Sick (3) et Otto Weber (4). Ce dernier auteur s'est attaché à montrer la participation du tissu conjonctif de la membrane adventive des vaisseaux à la formation des néoplasies (inflammation, tubercule, cancer).

Nous diviserons ces lésions des vaisseaux suivant qu'elles sont *actives* ou *passives*.

Le cas le plus simple est ce qu'on observe dans la majeure partie des capillaires des tumeurs ulcérées, c'est une multiplication très-remarquable des noyaux des capillaires. Il en résulte un épaississement de la paroi qui peut aller jusqu'à effacer la lumière du vaisseau. La multiplication des noyaux de la paroi s'accompagne aussi de formation de noyaux épithéliaux, et les cellules épithéliales de la tumeur sont très-intimement unies à la surface externe des vaisseaux capillaires. Les anses des vaisseaux capillaires recouverts ainsi d'une ou de plusieurs couches épithéliales, constituent les fongosités papillaires visibles à l'œil nu ou à la loupe sur toutes les surfaces ulcérées dans les tumeurs épithéliales du col. Les vaisseaux s'y terminent par des anses ou des extrémités renflées en massue, telles que celles que nous avons figurées (pl. IV, fig. 3) dans notre travail sur les tumeurs épithéliales des nerfs. Ils peuvent aussi présenter sur leur trajet des dilatations ectasiques plus ou moins considérables.

La multiplication des noyaux de la membrane externe, la formation de noyaux ou de cellules épithéliales à la surface, s'observent sur les artères aussi bien que sur les veines ; mais nous n'avons

(1) Nous n'avons observé de lésion des vaisseaux lymphatiques que dans un seul cas publié dans la *Gazette médicale*, 1864, p. 274.

(2) *Mémoires de l'Académie de médecine*, 1854.

(3) *Beitrage zur Lehre vom Venenkrebs.* Tubingue, 1862.

(4) *Ueber die Betheiligung der Gefasse, besonders der Capillaren an den Neubildungen* (*Arch. für path. Anat. von Virchow*, 1864, t. XXIX, p. 84). Voy. aussi Ch. Robin, *Programme du cours d'histologie professé à la Faculté de médecine*, Paris, 1864, p. 102 et 207.

vu que sur ces dernières l'altération suivante, que nous avons pu observer bien des fois sur des veines de $0^{mm},01$ à $0^{mm},5$ ou 1 millimètre de diamètre. Nous nous sommes servi pour cela de pièces durcies dans l'acide chromique, et nous les avons étudiées sur des coupes perpendiculaires à la direction des petites veines. Ces coupes montraient d'abord les parois veineuses considérablement épaissies, ce qui était dû à une prolifération très-abondante de noyaux. La lumière du vaisseau était, par conséquent, rétrécie. De plus, elle était souvent pleine de cellules épithéliales, et souvent aussi de la paroi interne s'élevait un petit bourgeon saillant dans la cavité de la veine remplie, en outre, de cellules épithéliales. C'est dans les points où les parois veineuses sont le plus altérées, qu'on voit ces espèces de fongosités bourgeonnantes dans l'intérieur des petites veines. Ces formations, parties de la paroi interne des veines, sont composées de tissu conjonctif avec une grande quantité de noyaux ; quelquefois même, on peut suivre dans leur intérieur des capillaires. C'est dans les couches les plus rapprochées de la surface de ces bourgeons, de même que dans les couches les plus internes des veines que naissent les noyaux et cellules épithéliales qui tombent et s'accumulent dans la cavité de la veine.

Les petites veines en sont souvent remplies, et lorsqu'on trouve les grosses veines oblitérées par un caillot qui contient des cellules volumineuses à gros noyau, on suppose habituellement que le cancer a perforé en un point la paroi d'une veine : on se base, pour émettre cette opinion, sur un certain nombre de faits où l'on a observé de grosses veines perforées dans le point où elles passaient au centre d'une tumeur cancéreuse ramollie. Mais en étudiant les petites veines sur des coupes perpendiculaires à leur direction, il est facile de se convaincre qu'il n'y a pas au début perforation de la paroi veineuse, mais seulement formation de noyaux dans son épaisseur, et de cellules épithéliales à sa surface interne ; on peut dire, par conséquent, que les veines se remplissent de cellules épithéliales sans qu'il y ait de solution de continuité de leurs parois.

Tel est le processus actif : étudions maintenant les lésions passives qui en sont la conséquence.

Dans toutes les parties de la tumeur ulcérée dont les vaisseaux vont se rendre à des veines oblitérées, la circulation en retour étant abolie, la pression du sang augmente dans les capillaires. C'est là, bien certainement, une des nombreuses causes de rupture de ces vaisseaux et d'hémorrhagie. Mais ce n'est pas tout : le sang séjourne dans les vaisseaux et la fibrine s'y coagule. Aussi, lorsqu'on examine les vaisseaux de la surface de l'ulcération dans ce cas, on trouve des capillaires dans deux états bien différents, les uns rouges et distendus par le sang, les autres opaques et grisâtres ; ceux-ci deviennent transparents quand on ajoute de l'acide acétique, et souvent on peut y reconnaître des globules rouges altérés. La fibrine contenue dans les vaisseaux passe par ses métamorphoses régressives habituelles, et bientôt les parois mêmes des petits vaisseaux et des capillaires subissent une dégénération granulo-graisseuse. Pendant que les éléments épithéliaux de la tumeur se sont désagrégés, les vaisseaux sont devenus libres, saillants quelquefois, comme de longs filaments ; à la suite des lésions actives de la paroi des petites veines, et de l'arrêt de la circulation qui en est la conséquence, ils subissent en dernière analyse la dégénération granulo-graisseuse, moléculaire, qui les assimile complétement aux tissus sphacélés. Ils sont alors soumis seulement aux lois chimiques, et peuvent s'incruster de sels à leur surface : ainsi nous avons observé ces vaisseaux couverts de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien dans plusieurs cas où la vessie communiquait avec l'ulcération vaginale.

On comprend que la décomposition moléculaire et chimique des parties de la tumeur où la circulation ne se fait plus, est encore activée au col utérin par le liquide de provenance multiple qui stagne dans les culs-de-sac vaginaux. C'est par la réunion de ces causes, présence de liquide ichoreux, interruption de la circulation, que presque toutes les tumeurs épithéliales ulcérées et anciennes offrent des parties plus ou moins étendues, mortifiées en pleine gangrène humide. M. Broca (*loc. cit.*) avait signalé la participation du cancer des veines à la gangrène des tumeurs, mais

sans étudier ces lésions dans les plus petits vaisseaux, et par conséquent sans leur donner une généralisation suffisante.

Pour résumer ce qui a trait aux productions hétéradéniques du col de l'utérus, nous dirons qu'elles présentent les caractères assignés par M. Robin à la troisième variété de ces tumeurs; que les cellules épithéliales qui les forment subissent à un moment donné la dégénérescence vésiculeuse, graisseuse ou épidermique; que la désagrégation de ces cellules entraîne l'ulcération et ses suites, c'est-à-dire la formation de franges et de bourgeons vasculaires, les hémorrhagies, etc., et qu'enfin la tumeur se détruit en partie ou en totalité par un processus assimilable à la gangrène humide, dépendant des altérations secondaires des vaisseaux.

(*La suite au prochain numéro.*)

DU ROLE DES ACTIONS RÉFLEXES PARALYSANTES DANS LE PHÉNOMÈNE DES SÉCRÉTIONS

Par M. CLAUDE BERNARD
Professeur de physiologie générale à la Faculté des sciences.

(Leçon faite à la Sorbonne le 25 juin 1864, rédigée par M. ÉMILE ALGLAVE.)

Parmi les mouvements réflexes, il en est qui amènent un mouvement mécanique et d'autres la production d'un liquide, c'est-à-dire une sécrétion. On doit se demander par quel mécanisme ce liquide peut se sécréter dans la glande sous l'influence de ces actions nerveuses. C'est ce que nous allons tâcher d'expliquer.

Mais d'abord signalons deux cas bien distincts d'actions réflexes : les unes, qui produisent la contraction d'un muscle; les autres, qui amènent son relâchement. L'exemple de ce dernier cas

le plus anciennement connu, est celui du cœur qu'on arrête, non pas en systole (car ce serait alors l'état tétanique), mais bien en diastole, et cela par une irritation convenable des nerfs de sensibilité de la peau. Cette action se produit, comme toutes les autres, par des actions réflexes. Nous avons le nerf de sensibilité partant de la peau, et apportant l'*irritation*, origine première des phénomènes; puis la cellule nerveuse à laquelle il aboutit, et qui sert de centre; enfin le nerf de mouvement (le pneumogastrique ou spinal) arrive à la fibre musculaire du cœur. La seule différence que nous trouvions entre ce cas et les exemples ordinaires d'actions réflexes, c'est que cette influence produit ici un relâchement du muscle cardiaque au lieu de le contracter. En rendant les deux espèces d'actions réflexes continues, on aura d'un côté le tétanos et de l'autre le relâchement complet et permanent du muscle. Remarquons, du reste, que si l'on peut obtenir la contraction d'un muscle en agissant sur le nerf de sensibilité, sur l'organe central ou sur le nerf moteur, dans l'exemple du cœur, que nous venons de citer, on peut également agir sur l'un quelconque des trois points, et l'effet produit sera le même, qu'on irrite les nerfs de sensibilité de la peau, la substance de la moelle ou le nerf pneumogastrique. Il y a donc parité aussi complète que possible entre les deux cas.

Les mêmes phénomènes d'interruptions se produisent sur la respiration par suite de certaines influences morales et de phénomènes cérébraux divers. Ces mouvements ont été surtout étudiés par Rosenthal. Ce physiologiste a confirmé ce qu'on avait vu déjà du pneumogastrique, mais en précisant davantage; et il a montré que l'action paralysante, dans ce cas, était due spécialement à certains filets particuliers du pneumogastrique. Ainsi, en excitant le nerf laryngé supérieur, on arrête tout à fait la respiration. Ces faits bien établis font disparaître toutes les contradictions des expériences précédentes, et ils expliquent ce que M. Claude Bernard avait vu bien des fois depuis longtemps déjà. Quand on serre le cou d'un animal, sa respiration s'arrête aussitôt, et l'on dit qu'il étouffe parce qu'il ne peut plus respirer, l'air n'ayant plus d'accès dans ses poumons. Il n'y a pas que cette

seule cause, car plusieurs fois M. Claude Bernard ayant fait une ouverture dans la trachée au-dessous de l'endroit où était pratiquée la pression, a vu l'animal suspendre sa respiration subitement quoique l'air pût entrer facilement dans les poumons. Le défaut d'air n'est donc pas ce qui arrête la respiration dans ce cas : c'est qu'en pressant le cou, on presse en même temps le nerf laryngé supérieur qui arrête les mouvements respiratoires par action réflexe.

On pourrait trouver aussi quelques actions paralysantes du même genre dans les intestins, mais elles ont été beaucoup moins étudiées et sont restées plus obscures. D'ailleurs les deux exemples précédents suffisent amplement pour l'exposition des idées qui vont suivre.

Ces actions réflexes paralysantes, qui jouent un si grand rôle dans l'organisme, peuvent peut-être servir à expliquer certains phénomènes restés jusqu'ici fort obscurs, entre autres les sécrétions dont nous ne nous faisons pas encore une idée bien exacte, au moins quant à leur mécanisme.

Dans une glande, on trouve d'abord des cellules glandulaires, puis des éléments contractiles, enfin du tissu conjonctif et des vaisseaux. Or, on ne conçoit pas l'action d'un nerf moteur sur une autre substance que sur une substance contractile, et, d'un autre côté, il est certain maintenant que les sécrétions sont dues à une action du système nerveux. Il faut donc admettre que dans le phénomène des sécrétions il y a une action du nerf moteur sur une substance contractile ; et en effet, nous venons de le dire, on en trouve dans les glandes. Mais les actions réflexes du système nerveux qui dominent tous ces phénomènes produisent tantôt une contraction, et tantôt un relâchement du muscle. La sécrétion sera-t-elle due à une action contractante ou à une action paralysante? M. Claude Bernard pense qu'elle est due à une action réflexe paralysante, et voici les raisons que lui ont fournies ses récentes expériences à l'appui de sa théorie.

Toutes ces expériences ont été faites sur la glande sous-maxillaire du chien. Cette glande forme une masse sphérique recevant une artère de la carotide externe et émettant un rameau

veineux qui va rejoindre la veine jugulaire externe. L'action du système nerveux sur cette glande s'exerce au moyen de filets nerveux provenant de la corde du tympan et du ganglion cervical supérieur du grand sympathique; enfin elle est pourvue d'un conduit excréteur qui amène la salive dans la bouche.

La sécrétion se produit là par une action réflexe, et il est facile de le prouver en excitant le nerf lingual d'une manière quelconque. Nous trouvons encore ici les trois organes que suppose toujours une action réflexe. L'irritation produite sur le nerf de sensibilité, le lingual, se transmet par un centre qui est ici le cerveau, et arrive à la corde du tympan, nerf moteur. On pourrait du reste, suivant les lois ordinaires des actions réflexes, obtenir le phénomène en irritant directement la corde du tympan. Tout se passe du reste dans cette expérience d'une manière fort simple, et l'on observe très-facilement tous les phénomènes qui se succèdent. Cet exemple peut même prouver merveilleusement combien Cuvier a eu tort de dire que dans un être vivant on ne peut agir sur une partie sans troubler le tout, dont l'état réagirait à son tour sur chacune des parties, de manière à modifier profondément les phénomènes observés. Il n'en est rien, et dans cette expérience, on voit fonctionner la glande avec une netteté parfaite; toutes les influences se produisent sur elles comme sur un être isolé, avec une indépendance parfaite, et l'on ne trouble rien dans les parties voisines.

Quand la glande est en repos, le sang artériel y entre rouge; le sang veineux en sort tout noir et ne contenant plus d'oxygène; il y a eu une combustion complète, une combustion respiratoire qui a remplacé l'oxygène par de l'acide carbonique. D'un autre côté les vaisseaux sont très-resserrés, et, par conséquent, le sang qui passe par l'étroite ouverture qu'ils offrent est en quantité assez peu considérable.

Si maintenant nous produisons l'action réflexe par l'irritation du nerf lingual,— ce qui se fait tout simplement en déposant sur la langue un corps sapide, comme un peu de vinaigre, — la glande entre aussitôt en fonction, le conduit excréteur amène dans la bouche une grande quantité de salive; le sang veineux sort de la

glande tout rouge et contenant encore beaucoup d'oxygène : on ne peut plus le distinguer du sang artériel ; enfin le sang passe très-rapidement et en très-grande masse à travers la glande, parce que les vaisseaux se sont dilatés dans des proportions considérables : la veine donne des pulsations comme l'artère et si on la coupe elle émet un jet de liquide de plusieurs centimètres.

Eh bien, cherchons maintenant à comprendre ce qui se passe, mais en restant toujours à cheval sur les faits, car si les interprétations peuvent changer, les faits doivent rester les mêmes et toutes les théories doivent plier devant eux pour s'y adapter. Prenons chacune des circonstances de l'expérience et cherchons-en l'explication. Cette dilatation de l'artère et de la veine, c'est une paralysie des vaisseaux; seulement le point nouveau qu'il faut admettre ici c'est que cette action paralysante se porte non pas directement sur l'élément musculaire, mais d'abord sur le grand sympathique, lequel contracte certainement les vaisseaux quand son influence n'est pas entravée ou détruite : il suffit en effet de l'irriter d'une manière quelconque, par exemple en coupant un de ses nerfs, pour amener une diminution immédiate du volume des vaisseaux. Ainsi dans notre expérience nous paralysons l'action incessante du grand sympathique qui tend à resserrer les vaisseaux, et ceux-ci se dilatent aussitôt par le relâchement de leur tunique musculaire débarrassée de l'influence du grand sympathique.

Dans la glande sous-maxillaire nous avons donc sur les mêmes fibres musculaires des actions nerveuses de deux genres : celle du grand sympathique qui fait contracter ces fibres, et celle de la corde du tympan qui les dilate en paralysant le grand sympathique. L'action de la corde du tympan correspond à l'activité de la glande, celle du grand sympathique à la période de repos. Ainsi la sécrétion est une conséquence de l'action paralysante de la corde du tympan sur le grand sympathique.

Il y a maintenant d'autres faits à expliquer. Si nous paralysons complétement cette glande en détruisant tout à fait les nerfs qui s'y rendent, elle se met à fonctionner d'une manière continue, ce qui prouve bien que l'action du système nerveux est une action

de contention. En opérant ainsi nous rendons cette sécrétion continuelle, mais seulement à partir de deux ou trois jours après la section du nerf. Ce retard du phénomène vient de ce qu'on ne peut couper le nerf qu'à son entrée dans la glande, et il faut alors, pour que toute action nerveuse soit supprimée, attendre que les derniers filaments de nerf qui se distribuent dans la glande soient complétement détruits par défaut de nutrition.

Pour démontrer d'une autre manière que les phénomènes qui se passent alors sont bien dus à la suppression du nerf, on peut empoisonner l'animal par le curare qui, on le sait, n'agit que sur les nerfs moteurs ; on met un tube au conduit de la glande pour amener à l'extérieur la salive produite et mieux apprécier la force de la sécrétion : quand la paralysie du muscle est devenue complète par la mort du système nerveux moteur, on obtient alors une sécrétion extrêmement abondante.

M. Claude Bernard a fait cette expérience de la manière suivante : Elle consiste à injecter, avec une seringue munie d'un tube d'argent excessivement fin, quelques gouttes de curare à l'origine de la petite artère qui va à cette glande sous-maxillaire ; puis on ouvre la veine glandulaire pour laisser échapper le sang empoisonné par l'action du curare et l'empêcher de porter ses funestes effets dans l'organisme, de manière que la glande se trouve ainsi seule empoisonnée. Quand on fait ainsi cette injection, la sécrétion se produit tout de suite d'une manière continue ; puis après un temps plus ou moins long la glande reprend peu à peu son état normal et il est possible ensuite de recommencer un certain nombre de fois sur le même sujet : on obtient toujours la même chose. Il n'y a pas d'erreur possible dans cette expérience, car M. Claude Bernard a injecté de la même manière divers liquides, de l'eau et même des liquides excitants, sans produire aucun effet sur la sécrétion de la glande. Les résultats obtenus ne peuvent donc être rapportés qu'à la paralysie des fibres musculaires de la glande résultant de l'empoisonnement par le curare des filaments nerveux qui s'y distribuent.

M. Claude Bernard a voulu voir ce que devenait la glande qui sécrétait ainsi d'une manière continue et très-abondante par suite

de la section et de la dégénérescence des nerfs. Il vit que cet état de sécrétion incessante durait quelques semaines, la glande diminuait de plus en plus de volume et subissait des changements notables dans la structure de ses tissus. Plusieurs glandes soumises à l'action de ces phénomènes anormaux ont été envoyées à M. Robin qui a pu constater et déterminer ces changements (1). Peut-être aussi la composition chimique de la sécrétion est-elle modifiée dans ces circonstances. Au bout de cinq ou six semaines, quand on opère sur un chien de moyenne force, la sécrétion s'arrête tout à fait ; alors elle reprend au bout d'un certain temps son volume et son état normal : c'est que dans l'intervalle les nerfs se sont régénérés et la glande elle-même a pu se nourrir. Ainsi la période de repos de la glande est donc le moment de sa nutrition.

Il faut beaucoup de sang pour fournir la quantité d'eau nécessaire à la salive qui se forme, et M. Claude Bernard a vu que la différence entre la quantité contenue dans le sang artériel qui pénètre dans la glande et celle que contient le sang veineux qui en sort, que cette différence, dis-je, correspond exactement à ce que la salive lui a emprunté.

Ces explications de phénomènes fonctionnels par les actions réflexes paralysantes pourront peut-être se multiplier surtout dans les parties si obscures encore de la physiologie qui touchent au rôle du grand sympathique.

(1) *Étude de la structure du pancréas comparée à celle des glandes salivaires*, publiée dans l'*Étude historique et critique sur les fonctions et les maladies du pancréas*, thèse, par D. Moyse, Paris, in-4, juin 1852, avec 1 planche, p. 57 et suivantes. M. Robin a montré dans ce travail que les deux glandes dont il s'agit diffèrent dans leur structure intime, et même que la parotide diffère un peu des sous-maxillaires. Ces glandes présentent, de plus, quelques modifications de structure, relatives en particulier à leur épithélium, suivant qu'on les observe pendant l'état de sécrétion active, ou, dans les intervalles de celle-ci, à l'état de repos.

SUR LES

CONDITIONS DE L'OSTÉOGÉNIE

AVEC OU SANS CARTILAGE PRÉEXISTANT

Par M. Ch. ROBIN

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

§ I. — Remarques préliminaires sur la génération du tissu osseux dans un cartilage préexistant.

Le début de tout *point d'ossification* qui naît au sein d'un cartilage préexistant, vers le centre ou vers la superficie de celui-ci, selon qu'il s'agit d'os court ou d'os long, a lieu de la même manière, qui est la suivante.

Dans l'endroit, large de quelques dixièmes de millimètre, où la substance osseuse propre ou fondamentale va paraître bientôt, les chondroplastes perdent leur forme étroite et allongée, anguleuse ou non, dite embryonnaire ou fœtale. Ils deviennent ovoïdes, ou arrondis, bien plus larges, à cellules bien développées, nettes, souvent multiples, parfois comprimées réciproquement. Quelquefois aussi ce sont plusieurs chondroplastes à une seule cellule qui sont réunis en groupes de quatre à huit, séparés par une très-mince bande de substance fondamentale hyaline ; de sorte que le premier coup d'œil fait croire à l'existence d'un grand chondroplaste à cellules multiples. Les chondroplastes devenus arrondis ou les groupes qu'ils forment se disposent en séries parallèles entre elles ou irradiées à partir du centre du cartilage, avec une mince bande de substance fondamentale généralement hyaline, parfois très-finement striée.

Le point d'ossification débute par la production de groupes de granulations disposés sous forme de traînées, dans ces bandes de substance fondamentale, vers leur milieu. Ces granules constituent bientôt des lamelles continues entre les chondroplastes qu'elles circonscrivent ; lamelles qui à la coupe se présentent sous forme de minces trabécules entrecroisées et se joignant ensemble sous des angles divers. Dans les aréoles qu'elles circon-

scrivent, on reconnaît encore les chondroplastes et leurs cellules n'ayant guère diminué de diamètre, d'autant plus irrégulières et plus grenues qu'on les examine plus près du centre de chaque point d'ossification. On reconnaît ces cellules soit directement sur des coupes fraîches, soit sur des pièces traitées par les acides chlorhydrique ou azotique étendus, ou même par l'acide acétique, qui dissout ces lamelles, bien que plus lentement que les précédents.

Le tissu osseux reste ainsi aréolaire, à aréoles larges en moyenne de 40 millièmes de millimètre, circonscrivant de toutes parts les chondroplastes ; les acides en dissolvant les sels calcaires gonflent la substance organique qui reste après leur action, et déterminent la production d'une couche hyaline sinueuse, épaisse d'un centième de millimètre, bordant la face interne des aréoles. Ce n'est qu'à l'époque ou le *point d'ossification* déjà blanchâtre et opaque offre un diamètre d'un millimètre et parfois plus, que se montrent vers son centre les cavités caractéristiques ou, en d'autres termes, que se produisent les canalicules radiés autour des cavités ou aréoles précédentes, réduites alors à un diamètre de 18 à 25 millièmes de millimètre.

Tant que le tissu osseux d'un point d'ossification est à l'état aréolaire, celui-ci diminue notablement de volume à la dessiccation du cartilage qui le renferme, parfois de moitié ou environ.

Un tissu osseux semblable (dit *ostéoïde* par quelques auteurs, *spongoïde* par d'autres), c'est-à-dire aréolaire et sans ostéoplastes radiés, dépasse toujours, sur une épaisseur d'un tiers à un demi-millimètre la partie osseuse bien formée, durant l'ossification des cartilages du squelette de l'enfant (1).

Les lames de ce tissu osseux qui occupent déjà la place de la substance fondamentale du cartilage, mais ne se sont pas encore substituées aux cavités et à leur contenu cellulaire qu'elles circonscrivent, ont des contours peu réguliers ; elles sont générale-

(1) Ou, en d'autres termes, ce n'est qu'à un tiers ou à un demi-millimètre et plus, en dedans de la périphérie du point osseux dans les os précédés d'un cartilage de même forme, que se voient des ostéoplastes déjà radiés. (Ch. Robin, *Sur les cavités caractéristiques des os*, in *Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie*, Paris, 1856, in-8, p. 193).

ment grenues et par suite peu transparentes sous le microscope. Aussi sur les coupes portant à la fois sur le cartilage non ossifié, sur la portion aréolaire ou ostéoïde et sur l'os parfait, la partie ostéoïde est plus opaque que la lame d'os de même épaisseur à ostéoplastes radiés qui lui fait suite. Ce peu de transparence de la portion encore aréolaire des points d'ossification est même une des causes qui rendent difficiles ces études ostéogéniques.

Sur des coupes de ce genre on trouve ainsi successivement le cartilage transparent avec ses chondroplastes en séries ; puis, dans sa substance fondamentale, se voient plus près de l'os les traînées parallèles, granuleuses, du dépôt phosphatique, qui plus près encore s'anastomosent transversalement par des traînées semblables, circonscrivant les chondroplastes; on arrive ainsi à la couche de tissu osseux aréolaire ou ostéoïde peu transparente décrite plus haut; celle-ci conduit au tissu osseux proprement dit ou parfait, à ostéoplastes bien limités déjà radiés, plus transparent que le tissu ostéoïde qui est en continuité avec lui. Ce tissu, dans les points osseux déjà vasculaires et volumineux, forme une mince couche presque compacte, plus transparente, épaisse de 1 à 3 dixièmes de millimètre selon les os dont il s'agit; derrière elle on retombe, si l'on peut dire ainsi, dans un tissu aréolaire, mais qui est du tissu spongieux des os proprement dits, c'est-à-dire dans lequel les aréoles ne sont pas closes de toutes parts, communiquent ensemble, sont pleines de moelle; les lames ou trabécules qui les séparent sont consistantes, transparentes, comme l'os parfait, surtout au contact de la glycérine, et contiennent des ostéoplastes radiés entièrement développés. Dans les os longs ces trabécules forment des colonnettes parallèles au grand axe de l'os, perpendiculaires par conséquent à la lame compacte qui sépare ce tissu spongieux du tissu osseux aréolaire ou ostéoïde et du cartilage; ces colonnettes limitent des espaces médullaires allongés. La forme des trabécules, des lamelles et des espaces médullaires est différente dans les os qui doivent rester spongieux.

J'ai décrit ailleurs (1) la manière dont naissent les ostéoplastes

(1) Ch. Robin, *Observations sur le développement de la substance et du tissu des os* (*Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie*, Paris, 1850, in-8, p. 119),

d'une part et ensuite leurs canalicules radiés d'autre part (improprement *canaux poreux* de quelques auteurs). Je n'ai par conséquent pas à y revenir. Je mentionnerai cependant que depuis lors, Lieberkühn a publié des observations étendues qui se rapportent exactement à celles auxquelles je viens de renvoyer.

Lieberkühn s'exprime ainsi sur le point particulier dont il est question ici :

« Les corpuscules osseux rayonnés provenant des cartilages hyalins naissent par des couches d'épaississement qui, en raison de la formation ultérieure des canaux poreux (canalicules des ostéoplastes), s'étendent dans les parois incrustées des cavités cartilagineuses circonscrites, et cela par un rétrécissement successif de ces dernières et par une résorption progressive de la substance osseuse aux extrémités des canaux poreux (p. 705-706). Les restes de cellules enfermés dans les cavités osseuses sont toujours un reste des cellules cartilagineuses, dans les os provenant des cartilages hyalins (1). »

Ailleurs le même auteur ajoute (p. 721) : « Si l'on poursuit plus loin les phases de l'ossification, on trouve, d'après les faits communiqués tout à l'heure sur la manière dont les choses se passent, que les *cavités cartilagineuses* se rétrécissent peu à peu pendant la diminution de volume des cellules du cartilage et deviennent des *cavités osseuses radiées* d'après le mode déjà décrit. Par là naissent les *glomeruli* de Brandt.

» H. Müller considère la formation des *glomérules* comme une formation particulière de la substance des os. D'après sa manière de voir elle s'effectue par suite de ce que la nouvelle substance osseuse avec ses corpuscules, remplit plus ou moins les capsules cartilagineuses largement ouvertes, liée ainsi à des espaces préexistants d'une forme déterminée. » Puis un peu plus loin (p. 722) il dit : « Les capsules incomplétement développées

et article OSTÉOGÉNIE du *Supplément au Dictionnaire des dictionnaires de médecine*, Paris, 1849, in-8. — a. *Génération osseuse par substitution* (du tissu osseux à celui d'un cartilage préexistant, de même forme) *et formation des ostéoplastes*.

(1) Lieberkühn, *Ueber die Ossification des hyalinen Knorpels* (*Archiv für Anatomie*, etc. Leipzig, 1862, in-8, p. 702).

de Henri Müller sont des produits de l'art ; elles ne sont incomplétement remplies que parce que leur contenu est presque complétement disparu.

» Il ne peut y avoir de doute sur ce fait quand on considère la formation graduelle de la jeune substance osseuse autour des cellules du cartilage, tant qu'il n'y a pas encore de corpuscules osseux rayonnés, ou dans les cas où ceux-ci ne se forment jamais, comme chez la plupart des poissons cartilagineux. On voit bien alors tout ce que demande H. Müller, c'est-à-dire, que dans les circonstances où sont des groupes de deux, trois ou un plus grand nombre de cellules cartilagineuses, ou aussi lorsqu'il n'y a qu'une cellule cartilagineuse isolée, on les voit entourées non plus par la substance intercellulaire du cartilage, mais par de l'os jeune ; on voit aussi de ces groupes reliés par des rayons de cette même substance, qui s'arrête nettement contre la substance fondamentale cartilagineuse non modifiée, on voit enfin ces groupes en continuation avec de l'os complet. En outre on observe aussi les mêmes phénomènes sur les cornes de cerf quand elles ne sont pas encore entièrement ossifiées.

» On trouve ici les *glomeruli* au milieu du cartilage calcifié, ou des groupes réunis ensemble de ceux-ci contenant deux ou trois corpuscules osseux radiés en continuité de substance avec la masse principale de l'os par un prolongement rétréci de matière osseuse complète ; on trouve aussi là des demi-corpuscules osseux comme en figure H. Müller et des espaces incomplétement remplis, mais où, par comparaison avec ceux qui sont pleins, il devient clair qu'ils appartiennent à ceux-ci. »

Les descriptions de Lieberkühn confirment en tous points aussi ce que j'ai dit sur la génération des ostéoplastes et sur la formation des cavités médullaires. Il s'exprime ainsi sur ce point : « La substance osseuse naissant des cartilages hyalins se résorbe en grande partie dans les os longs pendant l'accroissement ; en même temps à sa place se forment les espaces médullaires » (p. 706); et plus loin il ajoute (p. 756) : « Au commencement de la formation des cavités osseuses, les cavités cartilagineuses ne communiquent jamais ensemble, mais elles sont complétement

closes l'une contre l'autre ; seulement quand les espaces médullaires se forment, une communication peut s'établir, mais alors là il ne se forme pas d'os mais des espaces médullaires. Ce qui a été décrit par H. Müller comme période de la formation des corpuscules osseux, c'est-à-dire comme des cellules étoilées à moitié incluses dans une excavation des os, tandis que l'autre moitié est librement saillante au dehors, est seulement un produit de l'art ; pendant l'ossification, ces particularités peuvent être observées assez souvent dans les cornes de cerf en voie d'ossification ; mais la comparaison avec les préparations de substance entièrement formée apprend en même temps qu'ici chaque fois que la substance osseuse est entraînée les cavités osseuses closes depuis longtemps sont accidentellement ouvertes de nouveau. »

§ II. — Sur la génération de l'os dans le cartilage du corps des vertèbres.

Le point osseux de chaque vertèbre naît au centre du cartilage vertébral, un peu en arrière de la notocorde (ainsi que je l'ai dit plus haut, p. 291 et 292). Dès son origine sa forme est un peu différente d'un groupe de vertèbres à l'autre, et ces différences vont en se prononçant davantage avant le temps. Tout en conservant un fond commun de configuration, sensible surtout entre les vertèbres dorsales et les vertèbres lombaires, ces phases d'ossification ont besoin d'être étudiées sur les vertèbres de chaque groupe ; car les points osseux de celles du cou et du sacrum, bien que débutant après les autres, ne passent pas exactement par les mêmes formes. En attendant que je publie la description et les figures de ces états successifs pour chaque genre de vertèbres, on pourra prendre une idée de leurs analogies et de leurs différences sur les dessins reproduits ici (pl. XVII) (1).

D'une manière générale on peut dire qu'apparu en arrière de la notocorde le point d'ossification s'avance en s'élargissant du côté de celle-ci qu'il entoure bientôt en prenant auparavant une figure cordiforme (fig. 1 et 2, *a*). Ce n'est que lorsque la notocorde

(1) Cette planche sera donnée avec le prochain numéro.

est complètement circonscrite en avant aussi bien qu'en arrière qu'elle disparaît tout à fait ainsi que son canal ; en sorte que le point osseux est pendant quelques jours réellement annulaire. Aussi, vu par l'une des faces antérieure ou postérieure des vertèbres, il est plus transparent au milieu que sur les côtés en raison de la présence de la notocorde, et il paraît ainsi bilobé, ou formé de deux moitiés latérales à peine réunies sur la ligne médiane, ce qui n'est pas. A compter du moment où il est annulaire jusqu'à ce que le cartilage du corps vertébral soit presque entièrement osseux, le point d'ossification demeure plus large que haut ; plus mince au niveau de la notocorde que dans le reste de son étendue (fig. 9, *h*) ; plus étroit mais au moins aussi épais ou plus épais de haut en bas dans sa (*g*) partie postérieure née la première, que dans la partie antérieure plus large (*b*) qui est une extension de l'autre.

Le tissu de ces points d'ossification reste aréolaire et ostéoïde (c'est-à-dire à ostéoplastes en voie de production sans canalicules radiés périphériques) jusqu'à l'époque où ils atteignent 2 millimètres au moins et 3 millimètres même sur quelques-uns. Mais dès le moment où le point osseux atteint 1 millimètre et demi de large, on voit se produire dans son centre, à la place que traversait la notocorde, une portion osseuse très-dure, lenticulaire, large de 1 millimètre sur les points d'ossification qui ont de 2 à 3 millimètres de long. Cette portion centrale résiste à la coupe et à l'écrasement bien plus que le tissu aréolaire ambiant, et s'en détache souvent par brisure plutôt que de céder au scalpel. Cette sorte de noyau osseux dur au milieu du tissu aréolaire encore mou renferme des ostéoplastes, mais qui n'ont pourtant pas encore des canalicules radiés. Ces ostéoplastes sont rapprochés, de forme ovoïde ou lenticulaire peu régulière, larges de 2 à 3 centièmes de millimètre. La substance osseuse propre ou fondamentale qui les limite et les sépare est homogène, transparente, c'est-à-dire n'est plus grenue, ni presque opaque, comme celle du tissu osseux encore aréolaire. De plus, elle n'est pas encore traversée par des canalicules radiés, les ostéoplastes n'en ayant pas encore, ainsi que je l'ai dit. Plus tard, le tissu de ce noyau dur se

résorbe même pour la production des espaces médullaires et du tissu spongieux avant que des canalicules se soient formés autour des ostéoplastes. Jusqu'à cette époque aucun canalicule vasculaire et aucun vaisseau par conséquent ne traverse cette sorte de noyau de tissu ostéoïde, quoiqu'il y en ait déjà dans le tissu aréolaire ambiant lorsqu'il a atteint les canaux du cartilage vasculaire (1).

De la périphérie du point osseux considéré en masse s'irradient dans le cartilage des prolongements ostéogéniques granuleux, grêles, dépourvus d'ostéoplastes, longs d'un dixième de millimètre environ. Ils siégent dans la substance fondamentale du cartilage qui sépare les chondroplastes; étant ramifiés et anastosmosés, ils entourent ceux-ci et donnent une disposition aréolaire très-élégante aux préparations placées sous le microscope. Les aréoles ou parties plus claires, circonscrites par les prolongements ci-dessus et par leurs ramifications, sont représentées par les chondroplastes remplis par leurs cellules en voie d'atrophie devenues irrégulières, anguleuses; atrophie d'autant plus prononcée qu'on s'approche davantage du noyau central décrit plus haut.

Que les cartilages soient déjà pourvus de canaux vasculaires ou non, les chondroplastes perdent généralement, dans le voisinage de ces irradiations ostéogéniques, leur forme étroite et allongée, fœtale ou embryonnaire, pour devenir bien plus larges, arrondis, à cellules bien développées souvent multiples; ils ne laissent plus entre eux qu'une mince bande ou cloison de substance fondamentale, et en même temps ils se disposent en séries plus ou moins longues, perpendiculaires à la surface de la couche osseuse déjà formée. Ils tranchent ainsi sur la petitesse des autres chondroplastes qu'ils semblent repousser vers la périphérie. C'est là un fait très-frappant et qui se montre dès l'apparition des points osseux chez l'embryon, au centre des vertèbres.

(1) « Le cartilage hyalin peut s'incruster pour aller jusqu'à la formation de corpuscules osseux rayonnés et du système de lamelles (concentriques); il en est ainsi sous le cartilage articulaire chez les mammifères et les oiseaux et en divers points des pièces squelettiques des poissons cartilagineux. La substance fondamentale y subit des changements frappants. » (Lieberkühn, *loc. cit.*, 1862, p. 705.)

Alors qu'on croyait que l'os était une transformation directe du cartilage et que tout os représentait exactement le cartilage jusque dans les moindres détails de structure, on admettait que les chondroplastes étaient déjà disposés autour des conduits des cartilages vasculaires, comme le sont les ostéoplastes par rapport aux canalicules osseux. Or, si par places, loin des points d'ossification, les chondroplastes encore allongés, fusiformes, ont leur grand diamètre dirigé en sens inverse de l'axe des conduits vasculaires du cartilage (particularité habituelle aux ostéoplastes par rapport aux canalicules de Havers), ce fait est loin d'être constant et n'existe plus au voisinage de la couche osseuse en voie d'envahissement sur le cartilage.

On voit qu'ici la génération de l'os a lieu avant celle du périchondre (quelques-unes des vertèbres dorsales), avant celle des vaisseaux du cartilage (mêmes vertèbres et os de la base du crâne, marteau, enclume, côtes, etc.), et dans tous loin de ce périchondre, avant qu'il soit devenu périoste, loin du périoste par conséquent. Ici (aussi bien que dans les circonstances étudiées plus bas), il naît avant les éléments de la moelle et par suite hors de l'influence de ce tissu également (1).

(1) Ce serait vouloir se mettre de parti pris en contradiction avec la réalité que de chercher dans ces conditions de la génération des os, qui sont les plus habituelles, à faire provenir les ostéoplastes d'une modification quelconque des corps fibro-plastiques (*cellules plasmatiques* de quelques auteurs) ou de leurs noyaux, ainsi qu'ont voulu le faire quelques médecins, puisque ces éléments n'existent pas dans le cartilage où naît la substance osseuse. Nulle part, du reste, on ne voit à la place où naissent les maxillaires, les os de la voûte du crâne, non plus que dans le périoste les corps fibro-plastiques, ni les noyaux embryoplastiques rangés régulièrement autour des capillaires, comme le sont dans un ordre déterminé les ostéoplastes autour des canaux vasculaires dans le tissu osseux.

(*La fin au prochain numéro.*)

RECHERCHES PHYSIQUES

SUR LA

RESPIRATION DE L'HOMME

PAR

NESTOR GRÉHANT

DOCTEUR EN MÉDECINE

Préparateur de physique au Lycée impérial Napoléon,
Licencié ès sciences physiques.

L'homme placé au sein de l'atmosphère respire, c'est-à-dire qu'il introduit dans les poumons l'air qui l'entoure, et qu'il rejette de l'air modifié dans sa composition chimique et dans ses qualités physiques. Cet échange entre l'organisme et le milieu dans lequel nous vivons s'accomplit par des mouvements intermittents qu'il n'est pas possible d'interrompre.

L'illustre Lavoisier a établi dans ses magnifiques travaux la théorie de la respiration : l'oxygène introduit par l'inspiration est absorbé en partie et remplacé par l'acide carbonique et l'eau ; la respiration est une combustion. Tous les physiologistes qui ont suivi Lavoisier ont confirmé et développé ses belles recherches. MM. Andral et Gavarret, MM. Regnault et Reiset, dans leurs travaux sur la partie chimique de la respiration, ont publié des résultats d'une grande importance. Les qualités physiques que l'air acquiert en passant dans les bronches, et que l'on peut reconnaître dans les gaz expirés, ont été étudiées aussi.

C'est par l'application des sciences physiques que les plus grands progrès ont été accomplis dans cette partie de la physiologie ; de même, par des procédés physiques, je suis parvenu à résoudre certaines questions relatives au mécanisme de la respiration et à confirmer des résultats déjà obtenus.

On a déterminé le volume d'air que renferment les poumons sur le cadavre, en fixant à la trachée-artère un tube qui se rendait sous une cloche pleine d'eau ; les poumons furent retirés de la poitrine et comprimés ; mais est-il possible de chasser ainsi l'air qui remplit les dernières ramifications des bronches, et opère-t-on dans de bonnes conditions alors que la dernière expiration a chassé une partie de l'air qui était contenue pendant la vie ?

J'ai pu trouver un moyen de mesurer le volume d'air que renferment les poumons chez l'homme vivant. Cette mesure faite, j'ai cherché comment l'air pénètre par l'inspiration et renouvelle les gaz qui dans les bronches perdent constamment de l'oxygène ; ce renouvellement dépend du volume d'air que l'inspiration introduit ; les qualités physiques de l'air expiré résultent du mode de distribution de l'air inspiré. Ainsi je diviserai mon travail en quatre chapitres :

1° Mesure du volume d'air contenu dans les poumons ;

2° Renouvellement de l'air dans ces organes ;

3° Mesure du volume d'une inspiration ordinaire ;

4° Étude des qualités physiques de l'air expiré.

Les appareils dont je me sers sont en usage dans les laboratoires, j'aime mieux ne donner leur description qu'à la fin, et laisser place d'abord aux résultats qui ont beaucoup plus d'importance.

CHAPITRE PREMIER.

MESURE DU VOLUME D'AIR CONTENU DANS LES POUMONS.

Lavoisier et Seguin ont reconnu que l'hydrogène n'exerce sur les poumons aucune action délétère ; si l'on respire ce gaz mélangé à l'air, les phénomènes respiratoires continuent comme si l'on avait ajouté à l'air de l'azote.

Les recherches plus récentes de MM. Regnault et Reiset (*Annales de chimie*, t. XXVI, 3e série) établissent que l'hydrogène

est peu absorbé par les poumons, et qu'un animal doit respirer pendant plusieurs heures un mélange d'oxygène et d'hydrogène pour que celui-ci diminue d'une manière sensible. Ainsi l'hydrogène se conduit dans la respiration comme l'azote; de plus, il ne se trouve jamais à l'état de liberté dans l'arbre aérien, et si on l'introduit artificiellement par une inspiration, il est facile de le reconnaître et de le doser dans les produits de l'expiration.

Je fais passer un litre d'hydrogène purifié avec soin dans une cloche de trois ou quatre litres pleine d'eau, munie à sa partie supérieure d'un robinet et d'un tube de verre réunis par un caoutchouc.

La personne soumise à l'expérience ferme les fosses nasales en appuyant sur les narines, introduit le tube dans la bouche et le serre entre les lèvres; j'ouvre le robinet à la fin d'une expiration, l'inspiration de l'hydrogène a lieu, plusieurs mouvements respiratoires se succèdent dans la cloche; après la quatrième ou la cinquième expiration, je ferme le robinet.

J'obtiens ainsi un mélange homogène des gaz hydrogène, oxygène, azote et acide carbonique, je l'analyse quand il s'est refroidi; on introduit dans l'eudiomètre à eau 100 volumes de gaz et 100 volumes d'air ou d'oxygène, on fait passer l'étincelle électrique, les deux tiers du volume disparu représentent le volume d'hydrogène.

Quant à la petite quantité d'acide carbonique qui se dissout dans l'eau, elle est la même dans chaque expérience et tout à fait négligeable.

J'ai choisi pour appliquer ce procédé un homme de vingt-sept ans, grand et très-robuste, un homme à large poitrine.

Le mélange provenant de la cinquième expiration renferme 23,5 d'hydrogène pour 100. Je dis alors : si $23^{cc},5$ d'hydrogène sont contenus dans 100 centimètres cubes du mélange, un seul centimètre cube d'hydrogène sera contenu dans $\frac{100}{23,5}$, et 1000 centimètres cubes d'hydrogène qui furent inspirés seront renfermés dans un volume mille fois plus grand : $\frac{100 \times 1000}{23,5} = 4^{l},255$.

Ainsi, l'air qui remplit les poumons après une inspiration de 1 litre occupe un volume de $4^{l},255$; si l'expiration est aussi égale à 1 litre, le volume de l'air qui reste dans les poumons, après ce second mouvement, est $3^{l},255$.

HOMOGÉNÉITÉ DU MÉLANGE.

L'exactitude de ce procédé repose sur cette hypothèse que l'hydrogène, après cinq expirations faites dans la cloche, est distribué uniformément dans les poumons et dans cette cloche ; partout 100 centimètres cubes du mélange contiennent alors $23^{cc},5$ d'hydrogène. Il était très-important de reconnaître si cela est vrai, si le mélange des gaz est homogène.

L'expérience précédente fut répétée sur la même personne, chaque fois le même volume d'hydrogène, un litre, fut inspiré; mais dans une première mesure, le gaz de la deuxième expiration fut recueilli et analysé ; dans une seconde, le gaz de la troisième expiration, et ainsi de suite.

Voici le tableau des résultats obtenus :

Deuxième expiration..........	24,8	d'hydrogène pour 100.
Troisième —	25,4	—
Quatrième —	23,7	—
Cinquième —	23,5	—
Sixième —	23,5	—

J'ai répété ces expériences sur plusieurs autres personnes dont le volume des poumons est plus petit et se rapproche du volume ordinaire, auxquelles j'ai fait inspirer chaque fois un demi-litre d'hydrogène.

J'ai trouvé :

Deuxième expiration..........	17,4	d'hydrogène pour 100.
Troisième —	18,8	—
Quatrième —	18,5	—
Quatrième —	18,5	—
Huitième —	18,2	—

Sur une autre personne :

Deuxième expiration..........	18,1	d'hydrogène pour 100.
Troisième —	17,7	—
Quatrième —	17,6	—
Cinquième —	17,8	—

De ces nombres, je conclus qu'à partir de la quatrième expiration le mélange est homogène et peut donner par l'analyse le volume des poumons.

APPAREIL.

On peut employer pour faire la mesure une cloche à robinet quelconque, mais il y a un certain avantage à prendre une cloche munie d'un robinet à trois voies qui permet d'établir une communication entre la bouche et l'atmosphère, entre la bouche et la cloche, et de faire l'inspiration de l'hydrogène aussitôt qu'une expiration dans l'air est terminée ; il est important en effet que l'hydrogène soit introduit immédiatement après une expiration, s'il l'était après l'inspiration, le volume des poumons serait augmenté du volume gazeux inspiré.

Une autre précaution est nécessaire sur laquelle j'insiste beaucoup, il faut se garder après l'expérience d'approcher la bouche d'un corps allumé, d'une bougie, d'un foyer ou d'une étincelle électrique ; le mélange détonant d'oxygène et d'hydrogène prendrait feu et produirait dans les poumons des accidents formidables. Il est bon, aussitôt qu'on a recueilli le gaz de la cinquième expiration, de faire exécuter dans l'air plusieurs mouvements respiratoires rapides qui chassent une grande partie de l'hydrogène que l'arbre aérien renferme.

INVARIABILITÉ DE LA CAPACITÉ PULMONAIRE.

Pour déterminer le volume des poumons, je fais inspirer tantôt un litre, tantôt $0^l,750$ ou $0^l,500$ d'hydrogène ; je ne sais pas

quel est le nombre qui représente le volume de l'inspiration normale chez la personne soumise à l'expérience. Une difficulté se présentait si je m'étais attaché à mesurer le volume des poumons après l'inspiration; je la fis disparaître en cherchant le volume qui reste dans les poumons après l'expiration, que je prends pour *capacité pulmonaire*. L'expiration est presque toujours égale à l'inspiration, dans la respiration normale, comme dans la respiration forcée; il résulte de là que la capacité des poumons est tout à fait invariable. Que l'on inspire un tiers de litre, un demi-litre ou un litre d'hydrogène, après deux mouvements respiratoires égaux, après l'expiration, le nombre que l'on trouvera pour le volume des poumons sera le même.

Pour vérifier cette invariabilité, j'ai fait inspirer un demi-litre d'hydrogène par la même personne dont la capacité pulmonaire est de $3^{l},255$.

Le gaz de la cinquième expiration contenait 13,3 d'hydrogène pour 100 : $\frac{13,3}{100}=\frac{500}{x}$; $x=3,759$.

La capacité pulmonaire ainsi trouvée est $3^{l},259$, et j'ai trouvé plus haut $3^{l},255$.

La même mesure a été faite chez une personne de constitution moins forte à laquelle on fit inspirer 335, 500 et 1000 centimètres cubes d'hydrogène.

On trouva la capacité pulmonaire égale à

$2^{l},387$.	Inspiration de...........	335	cent. cub.
$2^{l},34$.	—	500	—
$2^{l},33$.	—	1000	—

Ces nombres sont très-voisins; ainsi on peut faire inspirer un volume d'hydrogène quelconque, et c'est un avantage, car si l'on fait une petite erreur sur l'analyse, l'erreur sur la capacité des poumons est plus petite après l'inspiration d'un litre d'hydrogène qu'après celle d'un demi-litre.

VOLUME ABSOLU DES POUMONS.

Le procédé décrit ne donne la mesure réelle du volume de l'air contenu dans les poumons qu'à une condition, c'est que l'eau de la cuve et l'atmosphère soient à la même température que les gaz renfermés dans les poumons, c'est-à-dire à 35°,5 environ. On pourrait se placer artificiellement dans un milieu pareil en opérant dans une serre chaude dont l'air saturé d'humidité serait à la température de 35 degrés. Mais habituellement l'eau de la cuve est plus froide, et il est nécessaire de faire une correction, de ramener le volume gazeux trouvé à la température de l'eau de la cuve et saturé de vapeur d'eau, dans les mêmes conditions physiques qu'il présente en réalité.

Un volume égal à $2^l,34$ trouvé à 15 degrés, saturé de vapeur d'eau, devient, lorsque la température est à 35°,5 et que le gaz est encore saturé, $2^l,34 \times 1,116 = 2^l,61$. On voit que la correction a de l'importance.

RÉSULTATS.

J'ai fait chez des hommes bien portants un certain nombre de mesures qui établissent le volume moyen des poumons chez des personnes de constitution ordinaire, chaque fois la température a été prise et la correction faite, et voici les résultats :

Age des personnes.	Capacité pulmonaire corrigée.
17 ans	$2^l,68$
18 ans	$2^l,99$
19 ans	$2^l,19$
24 ans	$2^l,58$
26 ans	$2^l,43$
26 ans	$2^l,55$
27 ans	$3^l,22$
27 ans	$2^l,53$
27 ans	$3^l,01$
29 ans	$3^l,09$
29 ans	$2^l,53$
31 ans	$2^l,81$
35 ans	$2^l,95$

Ce tableau est incomplet ; il montre cependant que la capacité pulmonaire chez des personnes dont l'âge est compris entre 17 ans et 35 ans peut varier entre $2^l,19$ et $3^l,22$, dans des limites étendues, puisque la différence est un litre.

Je me propose de faire un grand nombre de mesures chez des personnes de taille, de constitution différentes ; j'étudierai quelle est l'influence du développement plus ou moins grand du système musculaire ou du tissu adipeux ; je suivrai l'influence des âges qui est si grande. A quel âge la capacité pulmonaire est-elle la plus grande? Une foule de questions se présentent, parce qu'il existe un rapport entre la capacité pulmonaire et l'organisme tout entier.

Il y a une autre série de recherches qui intéressent beaucoup le médecin : si l'homme devient malade, s'il contracte une maladie aiguë ou chronique de la poitrine, le volume d'air contenu dans les poumons doit varier beaucoup ; dans la pleurésie avec épanchement, par exemple, je suis sûr de trouver une diminution très-grande de ce volume, et dans un cas, si je reconnais une augmentation de volume graduelle, j'en conclurai que le liquide est résorbé.

J'espère avec le temps étudier toutes ces questions et trouver dans la mesure rigoureuse de la capacité pulmonaire des signes nouveaux capables d'éclairer le diagnostic et la marche de certaines maladies.

CHAPITRE II.

RENOUVELLEMENT DE L'AIR DANS LES POUMONS.

Le volume d'air pur qui pénètre dans les bronches par l'inspiration est en partie rejeté par l'expiration qui suit avec de l'air vicié contenant moins d'oxygène et de l'acide carbonique ; l'autre partie reste et distribue de l'oxygène dans les poumons.

Pour étudier cette division essentielle de l'air pur, il faut séparer dans les produits de l'expiration l'air pur provenant de l'inspiration précédente de l'air vicié, et c'est avec l'hydrogène que cette

séparation devient facile. L'hydrogène remplace l'air atmosphérique.

J'introduis dans la cloche qui a déjà servi un demi-litre d'hydrogène; après une expiration ordinaire, je fais inspirer le gaz et je reçois un volume expiré égal.

Or, ce gaz expiré contient, l'analyse le montre, 34 volumes d'hydrogène sur 100 volumes, en tout 170 centimètres cubes. Ainsi 170 centimètres cubes d'hydrogène ont été rejetés par l'expiration mélangés à l'air vicié, et 330 centimètres cubes d'hydrogène sont restés dans les poumons.

Appliquons ces résultats à la respiration dans l'air. L'air se conduit exactement comme l'hydrogène : lorsque l'on fait une inspiration d'un demi-litre d'air, 170 centimètres cubes sont rejetés par une expiration égale, mélangés à 330 centimètres cubes d'air vicié, et 330 centimètres cubes d'air pur sont distribués dans les poumons.

Un tiers environ de l'air inspiré est rendu à l'atmosphère, deux tiers pénètrent et renouvellent par leur mélange les gaz altérés par le contact de la muqueuse pulmonaire.

Nous suivrons bientôt la distribution de l'air. Ici une objection se présente à l'esprit.

L'emploi de l'hydrogène est-il légitime? Le gaz plus léger et plus mobile que l'air ne pénètre-t-il pas avec plus de facilité dans l'arbre aérien et ne nous fait-il pas croire à un renouvellement trop parfait?

Deux expériences vont éclaircir cette difficulté.

1° Je fais inspirer un demi-litre d'hydrogène, et par une expiration forcée je recueille 1600 centimètres cubes d'un gaz qui contient 19,1 d'hydrogène et 12,6 d'oxygène pour 100.

2° Je fais inspirer un demi-litre d'oxygène, gaz plus lourd que l'air, expirer 1700 centimètres cubes d'un gaz qui contient 31,4 d'oxygène pour 100.

Ces inspirations furent faites à une heure d'intervalle; tout l'hydrogène inspiré d'abord était chassé, et la quantité d'oxygène contenue dans les poumons reste la même lorsque la respiration conserve son rhythme normal.

La somme de l'hydrogène expiré d'abord et de l'oxygène auquel il était mélangé est 31,6, nombre très-voisin de 31,4, tiré de la seconde expérience : ainsi 31,4 — 12,5 = 18,9 d'oxygène correspondent à 19,1 d'hydrogène. Ces gaz ont donc pénétré à la même profondeur en égale quantité. Aussi toutes les fois que nous voudrons rechercher la présence et la quantité de l'air inspiré dans les poumons, nous ferons une inspiration d'hydrogène que l'analyse eudiométrique permet de doser avec facilité.

DISTRIBUTION DE L'AIR DANS LES POUMONS.

Occupons-nous de cette distribution qui joue le rôle essentiel dans le renouvellement, puisque l'air inspiré qui contient 20,8 d'oxygène pour 100 et quelques millièmes d'acide carbonique, remplace un gaz désormais inutile et qui devient rapidement nuisible.

L'hydrogène représente toujours l'air extérieur.

Nous pouvons nous demander d'abord si, après une inspiration d'un demi-litre d'hydrogène, un effort d'expiration énergique capable de déplacer près de deux litres chassera tout l'hydrogène inspiré.

Or, l'expérience répond que jamais il n'est possible d'atteindre ce but. En effet, une inspiration d'un demi-litre d'hydrogène suivie d'une expiration de $1^l,975$ rejette 334 centimètres cubes d'hydrogène seulement, et 166 centimètres cubes restent encore dans les poumons.

Il est certain que le mouvement d'expiration ne peut faire pénétrer à une plus grande profondeur dans l'arbre aérien le gaz que l'inspiration précédente a introduit ; c'est donc le mouvement d'inspiration qui conduit l'air de telle manière que l'expiration, quelque forte qu'elle soit, ne peut le rejeter tout entier.

La comparaison de cette expérience et de la première que nous avons faite peut éclairer mieux cette distribution.

Le volume des poumons de la personne soumise à ces expériences est $2^l,93$; c'est le volume d'air qui contient 330 centimètres cubes d'hydrogène lorsqu'une inspiration d'un demi-litre

d'hydrogène est suivie d'une expiration égale. Supposons que cet hydrogène soit réparti uniformément dans ce volume, 2^l,93, l'unité de volume du mélange aura reçu $\frac{330^{cc}}{2930} = 0^{cc},113$ d'hydrogène. Dans le second cas, l'expiration a rejeté dans l'air 1^l,975 de gaz et 334 centimètres cubes d'hydrogène ; le volume d'air qui est resté dans les poumons est 1^l,455, et ce volume contient 166 centimètres cubes d'hydrogène; l'unité de volume du mélange aura reçu $\frac{166^{cc}}{1455} = 0^{cc},114$.

Ainsi, après une inspiration qui a été la même, après deux expirations aussi différentes, l'une d'un demi-litre, l'autre près de quatre fois plus grande, la même quantité d'hydrogène a été distribuée dans un volume égal des gaz qui sont restés après l'expiration.

Dans la seconde expérience, l'expiration a dépassé l'expiration ordinaire (un demi-litre) de 1^l,43 ; le volume d'hydrogène qui a été rejeté fut $330^{cc} - 166 = 164^{cc}$; l'unité de volume du mélange expiré contenait $\frac{164^{cc}}{1430} = 0^{cc},111$, nombre qui est encore bien voisin de 0,113.

Ces trois nombres ainsi déterminés, 0,113, 0,114, 0,111, vérifient notre hypothèse et nous permettent de tirer cette conclusion très-importante :

Après deux mouvements, l'un d'inspiration, l'autre d'expiration, égaux à un demi-litre, l'air introduit dans les poumons se trouve distribué d'une manière uniforme; dans les petites bronches, dans les vésicules pulmonaires, la même quantité d'oxygène arrive, partout chaque volume reçoit un peu plus d'un dixième d'air nouveau, d'air pur ; une vésicule plus grande recevra plus d'air qu'une autre plus petite.

Les conséquences d'une distribution aussi parfaite sont nombreuses ; mais avant de les suivre, il est utile d'insister sur ces nombres 0,113, 0,114, qui donnent le mode et la mesure de la distribution de l'air dans les poumons.

COEFFICIENT DE VENTILATION.

Le renouvellement de l'air dans la cavité des poumons a beaucoup d'analogie avec celui que l'on produit dans les salles dont l'air est vicié soit par la respiration, soit par la combustion. Par une ouverture d'une chambre fermée arrive un certain volume d'air pur qui se mélange à l'air confiné, et par une autre ouverture pratiquée généralement assez loin de la première, un égal volume d'air vicié s'échappe avec une certaine quantité d'air pur qui vient de lui être mélangé. L'appareil qui sert à produire ce mouvement de l'air extérieur dans l'espace que l'on veut ventiler est variable, mais il agit ordinairement d'une manière continue.

Dans les poumons, l'ouverture par laquelle pénètre l'air extérieur est la même qui sert à chasser l'air vicié, mélangé à une partie de l'air pur qui a été introduit, c'est la cavité des poumons qui augmente et diminue pour produire ces deux mouvements; les changements de volume qui appellent l'air extérieur se passent aux extrémités de l'arbre aérien qui offre tant de ramifications, l'air est appelé sur une foule de points à la fois et nous avons vu qu'il obéit à cet appel : par l'inspiration, il pénètre dans toutes les parties dont le volume s'agrandit en même temps ; par le mouvement d'expiration, l'air vicié mélangé à la partie de l'air inspiré qui a pénétré la dernière et qui se trouve dans la bouche et les grosses bronches, est rejeté, et la nécessité de l'intermittence de l'inspiration et de l'expiration est évidente, puisque l'ouverture d'entrée et de sortie est la même.

Nous avons déjà précisé, mesuré l'effet de ces deux mouvements qui se succèdent et qui sont généralement égaux. Nous avons déterminé la capacité pulmonaire qui a été trouvée égale à $2^{l},93$. Nous avons fait suivre une inspiration d'un demi-litre d'hydrogène d'une expiration égale, 330 centimètres cubes d'hydrogène sont restés en mélange homogène, contenus dans le volume $2^{l},93$, chaque centimètre cube du mélange a reçu $\frac{330^{cc}}{2\,931} = 0^{cc},113$: ce nombre 0,113 nous l'appelons *coefficient de*

ventilation; il exprime combien l'unité de volume du mélange gazeux, laissé dans les poumons après l'expiration, a reçu d'air pur. Au lieu de faire suivre une inspiration de 500 centimètres cubes d'hydrogène d'une expiration égale, on peut changer la grandeur de l'expiration et chercher comment varie le coefficient de ventilation, toujours il faudra déterminer le volume d'hydrogène contenu dans l'unité de volume du mélange gazeux laissé dans les poumons.

Voici plusieurs nombres obtenus en faisant inspirer chaque fois un demi-litre d'hydrogène, mais le volume expiré a varié dans chaque expérience :

NUMÉROS.	VOLUME de l'expiration.	COMPOSITION du gaz expiré.	VOLUME d'hydrogène expiré.	VOLUME des poumons après l'expiration	COEFFICIENTS de ventilation.
	cc	Hydr. p. 100.	cc	l.	
1	375	37	138,7	3,055	0,118
2	455	35,4	161,1	2,975	0,114
3	500	33,9	169,5	2,93	0,113
4	550	32,5	178,7	2,88	0,112
5	675	28,7	193,7	2,755	0,111
6	685	29,9	191,1	2,745	0,112
7	687	28,5	195,8	2,743	0,111
8	850	24,4	207,4	2,58	0,113
9	1600	19,1	305,6	1,83	0,106
10	1700	18,7	317,9	1,73	0,105
11	1875	17,8	333,8	1,555	0,107
12	1970	17,2	338,8	1,46	0,110
13	1975	16,9	333,8	1,445	0,114

L'examen de ce tableau fait reconnaître la constance du coefficient de ventilation, et nous avons déjà indiqué ce résultat remarquable. Pourvu que l'inspiration ne change pas, quoique l'expiration varie depuis $0^{l},375$ jusqu'à $1^{l},975$, la même quantité d'hydrogène est distribuée dans un volume égal d'air resté après l'expiration, chaque fois 100 centimètres cubes de gaz des poumons ont reçu $11^{cc},3$ d'air nouveau ou $2^{cc},35$ d'oxygène pur.

Plus le volume expiré est grand, plus est grande la partie de l'air inspiré qui est rejetée, c'est évident; mais tandis que cette

partie est un tiers environ pour une expiration égale à l'inspiration d'un demi-litre, pour une expiration quatre fois plus grande, les deux tiers de l'air inspiré, le double seulement, sont rejetés, et un tiers reste encore dans les poumons.

La valeur du coefficient de ventilation change avec le volume des poumons et avec la grandeur de l'inspiration.

VARIATIONS DU COEFFICIENT DE VENTILATION.

1° *Avec le volume des poumons.* — Chez un homme, la capacité pulmonaire est 2l,34 ; après une inspiration d'un demi-litre d'hydrogène, une expiration de 475 centimètres cubes rejette 180 centimètres cubes de ce gaz, 320 centimètres cubes sont distribués dans un volume égal à 2l,365. Le coefficient de ventilation est $\frac{320}{2365} = 0{,}135$, nombre plus grand que 0,113.

Ainsi, quand le volume des poumons est plus petit, pour une inspiration égale, la quantité d'oxygène distribuée dans l'arbre aérien est plus grande.

2° *Avec le volume de l'inspiration.* — La cause la plus puissante des variations du nombre constant que nous avons trouvé, dans le cas où le volume de l'inspiration est un demi-litre, c'est le changement de valeur de l'inspiration.

Quatre expériences consignées dans le tableau suivant le montrent :

VOLUME de l'inspiration.	VOLUME de l'expiration.	VOLUME d'hydrogène expiré.	VOLUME d'hydrogène conservé.	VOLUME des poumons après l'expiration.	COEFFICIENTS de ventilation.
cc	cc	cc	cc	l	
300	345	161,5	138,5	2,295	0,060
500	475	180	320	2,365	0,135
600	625	231,2	368,8	2,315	0,159
1000	1300	464,1	535,9	2,04	0,263

Que l'on fasse varier l'inspiration depuis 300 centimètres cubes jusqu'à un litre, la distribution de l'air se fait uniformément par

l'inspiration et l'air pénètre dans toutes les parties des poumons.

Mais plus l'inspiration est grande, plus le coefficient de ventilation est grand. Comparons les nombres : pour une inspiration de 300 centimètres cubes, le coefficient est 0,06 ; pour une inspiration de 500 centimètres cubes, il devient 0,135, plus du double : mais 500 n'est pas le double de 300, et cependant un même volume d'air, pris dans les poumons après l'expiration, reçoit dans un cas deux fois plus d'oxygène que dans l'autre, et même plus ; on voit que les coefficients de ventilation ne sont pas proportionnels aux volumes inspirés.

Ainsi, pour le renouvellement de l'air dans les poumons, il y a un très-grand intérêt à savoir si la grandeur de l'inspiration ordinaire est voisine d'un tiers de litre ou d'un demi-litre.

Comparons les inspirations d'un demi-litre et d'un litre, nous voyons que les coefficients de ventilation sont sensiblement comme 1 et 2 : ainsi, à partir d'un demi-litre, ces nombres sont proportionnels aux volumes inspirés. La même loi s'applique aux inspirations de 600 centimètres cubes et d'un litre, de 500 centimètres cubes et de 600 centimètres cubes.

Nous pouvons donc, chez une personne, déterminer le coefficient de ventilation pour une inspiration d'un demi-litre, et par une simple proportion, nous aurons le coefficient correspondant à une inspiration de volume connu plus grande que la première.

Voici une conséquence immédiate de ce qui précède : trente-six inspirations et expirations faites en une minute, si chaque mouvement n'introduit que 300 centimètres cubes d'air, ne renouvelleront pas les gaz des poumons aussi bien que dix-huit inspirations et expirations d'un demi-litre chacune, faites dans le même temps ; tandis que neuf inspirations d'un litre chacune produiront exactement le même effet que dix-huit inspirations d'un demi-litre.

Aussi pour avoir une idée exacte du renouvellement de l'air dans les poumons, il faut avoir soin de déterminer la valeur d'une inspiration ordinaire, et de compter le nombre des inspirations produites en un temps donné, c'est ce que nous ferons un peu plus tard.

L'étude du renouvellement de l'air permet de résoudre un certain nombre de questions plus ou moins importantes dont nous pouvons nous occuper.

MURMURE VÉSICULAIRE.

On entend ce bruit lorsqu'on applique l'oreille sur la poitrine d'un homme qui respire ; il est produit surtout pendant l'inspiration. Nous avons vu que l'air inspiré est conduit dans toutes les vésicules, l'entrée de l'air dans ces petites cavités est évidemment la cause du bruit ; si la grandeur de l'inspiration devient double, une quantité double d'air se répand dans les bronches et dans leurs extrémités, le murmure devient plus intense.

DE LA PÉNÉTRATION DES GAZ OU DES VAPEURS DANS LES POUMONS.

L'homme qui fume inspire l'air au travers du cigare. La fumée produite par la combustion, les vapeurs qui l'accompagnent se mélangent à l'air et pénètrent avec lui dans toutes les parties des bronches, et se mettent en contact avec la surface étendue de la muqueuse pulmonaire qui jouit d'un grand pouvoir absorbant.

Si l'on fait suivre une inspiration d'un demi-litre d'air qui a traversé le tabac, d'une expiration égale dans l'air, les deux tiers de la fumée restent dans les poumons, un tiers seul est rejeté.

Les fumeurs font souvent après l'inspiration une expiration prolongée ; quand cette expiration serait égale à deux litres, un tiers encore de la fumée introduite resterait dans les poumons.

Pendant toute la durée de cette expiration forcée, la fumée s'échappe de la bouche.

Il est donc bien démontré que toutes les fois qu'un gaz ou une vapeur se trouve mélangé à l'air inspiré, ce gaz ou cette vapeur pénètre dans tout l'arbre aérien pour être livré à l'absorption, dès la première inspiration.

Ainsi s'expliquent les accidents si subits qui arrivent lorsque l'homme respire des gaz délétères, tels que l'hydrogène sulfuré :

dès la première inspiration, le gaz vénéneux passe dans les poumons, est absorbé et porté par le sang dans tout l'organisme.

L'emploi des vapeurs médicamenteuses est très-rationnel ; si l'on veut obtenir une absorption rapide, il faut s'adresser à la muqueuse pulmonaire.

Quant aux liquides pulvérisés, s'ils sont bien mélangés à l'air inspiré, ils pénètrent avec lui dans les bronches, leur vapeur arrive jusque dans les vésicules, les parties liquides plus denses ne vont peut être pas aussi loin.

Les poussières solides sont arrêtées en partie dans les fosses nasales par les mucosités qui les tapissent.

COMPOSITION DE L'AIR EXPIRÉ AUX DIVERSES ÉPOQUES DE L'EXPIRATION.

On fait une inspiration d'un demi-litre d'air, on expire 360 centimètres cubes dans une première cloche, qui contiennent 18,9 d'oxygène pour 100, et l'on fait suivre cette expiration d'un mouvement prolongé qui rejette 1^l,3 d'air, renfermant seulement 16,2 d'oxygène pour 100.

Ces différences si grandes dans la composition de l'air expiré aux diverses époques de son expulsion s'expliquent facilement ; elles tiennent seulement à ce fait, que la première portion de l'air expiré renferme une partie de l'air inspiré plus grande que les portions suivantes, fait qui est mis en évidence par cette expérience : après une inspiration de 500 centimètres cubes d'hydrogène, je reçois, dans une première cloche, 337 centimètres cubes de gaz qui contient 48 pour 100 d'hydrogène et 9,2 d'oxygène.

Dans une deuxième cloche, je prolonge l'expiration et je reçois 1^l,275 de gaz qui renferme 14,4 d'hydrogène pour 100 et 13,5 d'oxygène.

Remplaçons l'hydrogène par de l'air pur, et cherchons la quantité d'oxygène que cet air pur donnera ; nous trouverons que le gaz de la première cloche contiendra 19,2 d'oxygène pour 100,

et celui de la deuxième 16,5, nombres qui sont voisins de ceux de notre première expérience.

Quand on donne la composition de l'air expiré, il faut donc préciser la manière dont il a été recueilli; fait-on suivre une inspiration d'un demi-litre, d'une expiration égale que l'on recueille, le gaz contiendra environ 18 pour 100 d'oxygène; si après la même inspiration, on fait une expiration profonde, on trouvera dans un volume expiré égal à 1^{l},800, 16,8 pour 100 d'oxygène environ.

Si après l'inspiration et l'expiration faites dans l'air, on reçoit le gaz que les poumons contiennent, on trouve qu'il renferme environ 16,2 pour 100 d'oxygène.

C'est la composition de ce gaz qui reste dans les poumons après les deux mouvements respiratoires qu'il est important de déterminer, elle varie peu; c'est ce gaz contenant seulement 16,2 d'oxygène qui perd d'une manière continue, au contact de la muqueuse bronchique, une quantité d'oxygène précisément égale à celle que l'air inspiré lui rend d'une manière intermittente.

DURÉE DU CONTACT DE L'AIR INSPIRÉ AVEC LA MUQUEUSE PULMONAIRE.

L'air que l'inspiration introduit est rejeté en partie par l'expiration qui suit, la portion qui reste est rendue à l'atmosphère par les expirations successives. C'est toujours l'hydrogène qui va nous permettre de suivre le phénomène.

1° Je fais inspirer un demi-litre d'hydrogène, expirer 475 centimètres cubes qui contiennent 38 pour 100, en tout 180^{cc},5 d'hydrogène.

2° On inspire un demi-litre d'air, on expire 495 centimètres cubes d'un mélange contenant 8,3 pour 100 ou 41 centimètres cubes d'hydrogène.

3° On inspire un demi-litre d'air, on rejette 600 centimètres cubes d'un gaz qui renferme 6,8 pour 100 ou 40^{cc},8 d'hydrogène.

Ainsi, les trois expirations ont rendu à l'atmosphère

$180,5 + 41 + 40,8 = 262^{cc},3$, et $500 - 262,3 = 237^{cc},7$ d'hydrogène restent encore dans les poumons, c'est-à-dire presque la moitié du volume gazeux distribué par la première inspiration. Supposons que les inspirations suivantes soient toujours d'un demi-litre, et les expirations égales, que chaque expiration contienne 6,8 pour 100 ou 34 centimètres cubes d'hydrogène, $\frac{237,7}{34} = 7$, sept expirations seront encore nécessaires pour chasser tout l'hydrogène.

On fait suivre une inspiration de 500 centimètres cubes d'hydrogène d'une expiration dans une grande cloche, sept inspirations sont faites dans l'air, huit expirations dans la cloche donnent un volume de gaz égal à $5^{l},95$; or ce volume contient 7,6 pour 100 d'hydrogène, en tout $0^{l},452$; 48 centimètres cubes de ce gaz restent encore dans les poumons, quoique la valeur moyenne de chaque expiration égale $0^{l},743$, nombre plus grand que l'expiration ordinaire.

Ainsi nous dirons que l'air introduit par une inspiration d'un demi-litre n'est rejeté complétement dans l'atmosphère qu'après la dixième expiration qui suit. En donnant ce résultat, nous restons encore au-dessous de la vérité.

CHAPITRE III.

MESURE DU VOLUME D'UNE INSPIRATION ORDINAIRE.

Il est assez difficile de mesurer le volume d'air que l'inspiration introduit dans les poumons, aussi les physiologistes ont donné un nombre différent : les uns ont trouvé que le volume de l'air inspiré est un tiers de litre, les autres que ce volume est un demi-litre.

Lorsqu'on inspire de l'air et qu'on expire dans une cloche pleine d'eau, il arrive presque toujours que l'on donne aux mouvements respiratoires plus ou moins d'étendue qu'ils en prennent sous la direction du système nerveux, lorsque l'on ne songe pas à faire d'expérience; fréquemment aussi, le nombre des inspirations exécutées pendant une minute est changé.

Cependant il n'y a pas d'autre moyen direct que celui qui consiste à recueillir le gaz qui sort des poumons par un certain nombre d'expirations et à le mesurer. C'est aussi ce procédé que j'ai employé, mais je me suis attaché à respirer aussi normalement que possible, sans faire d'efforts ; je compte le nombre des inspirations faites pendant le temps que dure l'expérience.

Le principe suivant sur lequel tous les observateurs se sont appuyés est évident : par l'inspiration, la capacité pulmonaire s'accroît d'un certain volume ; par l'expiration, elle diminue exactement de la même quantité ; de telle sorte que le volume d'air contenu dans les poumons, à part quelques variations accidentelles, reste constamment le même ; ainsi nous pouvons dire que le volume d'air expiré est précisément égal au volume inspiré.

Si l'on fait passer dans une cloche un demi-litre d'air, si l'on inspire le gaz et si l'on fait une expiration profonde, le gaz recueilli et analysé contient toujours la même quantité d'oxygène, quand on répète l'expérience à plusieurs reprises, la respiration ayant lieu dans les mêmes conditions.

Mais si dans l'expérience on augmente le nombre des expirations ou leur grandeur, l'air dans les poumons est mieux renouvelé, et si à la fin on inspire un demi-litre d'air, on trouve que le gaz d'une expiration profonde contient plus d'oxygène que si la respiration avait conservé son rhythme normal.

Le nombre ou la grandeur des expirations est-elle diminuée, au contraire, cette épreuve indiquera que l'air n'a pas été assez bien renouvelé. Voilà un moyen de contrôle qu'il ne faut pas négliger : quelques minutes avant de recueillir les gaz expirés, on inspire un demi-litre d'air, on expire environ un litre et demi. Aussitôt que l'expérience est finie, on fait de même ; puis les gaz sont mesurés et analysés.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL.

L'appareil qui sert à recueillir l'air expiré se compose d'un aspirateur qui par un écoulement d'eau rapide peut produire une aspiration énergique.

L'enveloppe du robinet à trois voies dont nous nous sommes

déjà servi plusieurs fois porte trois tubes : le premier est mis en communication avec la partie supérieure de l'aspirateur à l'aide d'un conduit large ; au second, on fixe une vessie de caoutchouc ou une vessie d'origine animale ; au troisième, on adapte un tube de caoutchouc dont l'extrémité est renforcée par un tube de verre aplati offrant à peu près la forme de l'ouverture des lèvres.

EXPÉRIENCE.

L'aspirateur étant plein d'eau, on introduit le tube de caoutchouc dans la bouche, on inspire par le nez, on ferme les fosses nasales avec les doigts, on expire dans la vessie ; aussitôt que l'expiration est faite, on tourne le robinet, la vessie communique avec l'aspirateur et se vide, et ainsi de suite. En même temps, il faut compter les inspirations sur une montre à secondes. Ces manœuvres qui paraissent compliquées sont simples en pratique.

Les tubes sont larges, l'expiration se fait sans effort, et l'on n'a point à déplacer de colonne d'eau qui apporte un grand obstacle à la respiration.

Quand l'expérience a duré trois minutes, on s'arrête ; une communication permanente est établie entre l'aspirateur et la vessie qui se vide aussi complétement que possible.

Aussitôt après, sur la cuve à eau, on adapte aux lèvres le tube d'une cloche à robinet qui contient un demi-litre d'air, on fait l'inspiration et une expiration profonde que l'on mesure ; la même manœuvre a été faite un quart d'heure environ avant le début de l'expérience, le gaz obtenu chaque fois est analysé.

La mesure du volume d'air expiré qui se trouve dans l'aspirateur, servant en même temps de gazomètre, peut se faire en déplaçant le gaz par l'eau et en le recueillant dans des vases jaugés. Mais cette opération est fastidieuse lorsque l'on opère sur un volume gazeux qui égale quelquefois 30 litres. Il vaut beaucoup mieux employer un certain volume d'hydrogène qui par son mélange peut servir à mesurer un volume gazeux quelconque.

On introduit dans une grande cloche à robinet 5 litres d'hy-

drogène pur ; à l'aide d'un tube, on fait passer le gaz dans l'aspirateur par l'écoulement de l'eau, on fait même entrer un peu d'eau qui tombe avec bruit, pour qu'il ne reste pas de gaz dans le tube. Une heure après, l'hydrogène est bien mélangé avec les gaz expirés, l'analyse eudiométrique donne immédiatement la valeur du volume total ; on retranche les 5 litres introduits, pour avoir le volume expiré.

Voici des résultats :

1° La température de l'eau de la cuve et de l'aspirateur est 21 degrés.

Après une inspiration et une expiration faites dans l'air, on expire $1^l,220$ de gaz qui contiennent 16,5 pour 100 d'oxygène ; quelques minutes après, on inspire par le nez, on expire dans la vessie et l'aspirateur, on fait cinquante-trois inspirations et expirations en trois minutes ; après l'expérience, on fait une expiration dans l'air et une expiration profonde dans une cloche qui contient alors $1^l,690$ de gaz, renfermant 16,8 pour 100 d'oxygène. Le gaz expiré occupe un volume de 27 litres : une expiration vaut $\frac{27^l}{53} = 0^l,509$, telle est la valeur de l'expiration, et l'on a fait pendant une minute dix-sept expirations, presque dix-huit.

L'air expiré contenait 18 pour 100 d'oxygène.

2° La température est 16 degrés.

On fait une inspiration d'un demi-litre d'air, une expiration de 950 centimètres cubes qui contient 17,6 pour 100 d'oxygène, trente-trois expirations sont faites en deux minutes et occupent un volume égal à 17 litres : une expiration vaut $\frac{17}{33} = 0^l,515$. Après l'expérience, on fait une inspiration de 500 centimètres cubes d'air, une expiration de 630 centimètres cubes qui contiennent 18 pour 100 d'oxygène.

L'expiration vaut $0^l,515$, et l'on a fait en une minute dix-sept expirations à peu près.

L'air expiré renfermait 17,8 pour 100 d'oxygène.

Nous pouvons conclure de ces deux expériences que, si la température extérieure est comprise entre 16 et 21 degrés, la valeur

de l'expiration est voisine de 0^l,510, et dix-sept expirations sont faites en une minute.

Ce volume de l'expiration se rapproche beaucoup du nombre qu'ont donné MM. Menzies, Goodwin, Dalton, Valentin, Vierordt et Bérard, mais j'insiste sur ce résultat que dix-sept mouvements respiratoires doubles ont lieu dans chaque minute. Le renouvellement de l'air dans les poumons est maintenant bien connu, bien déterminé ; nous avons vu que pour une inspiration d'un demi-litre, le coefficient de ventilation est 0,135 ; pour une inspiration de 0^l,510, il égale 0,138 ; à chaque inspiration, une partie du volume des poumons égale à 100 centimètres cubes, reçoit 13^{cc},8 d'air nouveau, et en une minute dix-sept fois plus, ou 234^{cc},6 d'air pur.

Je me propose de répéter plus tard l'expérience qui sert à mesurer le volume de l'inspiration ordinaire sur des personnes d'âge, de sexe, de tempérament différents, et je suis certain de trouver de grandes différences.

CHAPITRE IV.

ÉTUDE DES QUALITÉS PHYSIQUES DE L'AIR EXPIRÉ.

Cette étude a déjà été faite ; M. Valentin, après de nombreuses recherches, a donné des résultats que je dois exposer tout d'abord : pour ce physiologiste, la température des poumons s'élève à 37°,5 ; l'air expiré par la bouche atteint aussi la température de 37°,5, lorsque la température de l'atmosphère est 20 degrés. Mais la température de l'air expiré fut déterminée en hiver lorsque le milieu ambiant était à — 6°,3 et fut trouvée égale à 29°,8, c'est-à-dire bien inférieure à 37°,5. Cette seconde expérience montre que la température de l'air inspiré exerce de l'influence sur celle de l'air expiré ; comment se fait-il que dans la première expérience, une influence, plus petite sans doute, ne se trouve pas?

M. Valentin établit que l'air expiré est saturé de vapeur d'eau à la température de 38 degrés lorsque la température extérieure est 17 degrés. Ce nombre m'a paru trop élevé.

L'étude du renouvellement de l'air dans les poumons m'a con-

duit à rechercher la température de l'air expiré et la quantité de vapeur d'eau qu'il contient. Puisque, après une inspiration d'un demi-litre d'air, un volume égal expiré contient un tiers du volume introduit, l'expiration suivant de très-près l'inspiration, l'air n'a pas le temps de s'échauffer au contact des parois chaudes des bronches : cette conclusion est d'autant plus vraie que les premières portions expirées ont été les dernières inspirées et sont restées un instant seulement au contact des fosses nasales et des grosses bronches ; mais il fallait une démonstration expérimentale.

TEMPÉRATURE DE L'AIR EXPIRÉ.

Pour déterminer la température de l'air expiré on se sert d'un thermomètre à mercure, dont le réservoir est petit, le tube capillaire, assez sensible pour qu'un degré corresponde à cinq divisions de la tige. On s'occupe d'abord de la graduation. Le thermomètre est contenu à l'aide de deux bouchons dans un tube de verre, les bouchons sont percés de trous qui permettront à l'air expiré de passer ; le premier tube est introduit dans un autre plus large et l'intervalle entre les deux est maintenu par du coton. La portion du tube qui contient le réservoir est introduite tout entière dans la bouche, le réservoir du thermomètre est à 1 ou 2 centimètres de l'ouverture.

On inspire par le nez, et pendant l'inspiration l'entrée du tube est fermée avec la langue ; on expire à travers l'appareil. On compte le nombre des inspirations et expirations exécutées en une minute. Un jour que la température extérieure était 22 degrés, la température de l'air expiré fut trouvée 35°,3 pendant qu'on faisait 17 expirations par minute.

Si au lieu de faire l'inspiration par le nez on fait l'inspiration par la bouche, pendant que le tube est fermé avec la langue, et l'expiration par le tube, on reconnaît que la température de l'air expiré atteint seulement 33°,9.

La température observée est la moyenne des températures de l'air aux diverses époques de l'expiration : on pouvait prévoir

que l'air qui a traversé les fosses nasales et qui est expiré par la bouche doit être plus chaud que celui qui entre et sort par la bouche, d'autant plus que la dernière partie de l'air inspiré, qui est la plus froide, reste dans le nez et n'est pas expulsée dans le premier cas.

Puisque le thermomètre indique seulement une température moyenne, on peut rechercher la température de l'air au commencement de l'expiration et celle qu'il possède à la fin de ce mouvement.

Pour cela il est bon d'adapter au double tube qui protége le thermomètre un tube de caoutchouc que l'on peut fermer entre les lèvres et ouvrir à volonté.

1° On inspire par le nez, on fait passer autour du thermomètre le commencement de chaque expiration, on achève l'expiration dans l'air; la température reste 34°,5.

2° On fait passer la fin de l'expiration; la température est 35°,3.

3° On fait de temps en temps une expiration prolongée; la température reste 35°,5.

Ainsi l'air extérieur est à 22 degrés; l'air inspiré par le nez, expiré par la bouche, possède à peu près, à tous les moments de la sortie, une température peu éloignée de la moyenne 35°,3. Tandis que si l'on place le réservoir du thermomètre sous la langue, on trouve 36°,7.

Dans les conditions de l'expérience, l'air expiré est à une température inférieure de 1°,4 à la température de la langue et des parois de la bouche.

ÉTAT HYGROMÉTRIQUE DE L'AIR EXPIRÉ.

J'ai voulu déterminer l'état hygrométrique de l'air expiré, par suite la quantité de vapeur d'eau qu'il contient, par un procédé presque aussi simple que celui qui vient de donner la température de ce gaz; j'ai cherché, en même temps, à conserver aux mouvements respiratoires leur rhythme normal, ce qui est très-important; je suis arrivé au but en m'appuyant sur le principe de l'hygromètre de Daniell. Soit un cube de Leslie, plein d'eau chaude,

offrant une face argentée et contenant le même thermomètre qui nous a servi plus haut, maintenu par un couvercle, de manière que le réservoir soit voisin de la paroi brillante. On agite l'eau du cube qui se refroidit peu à peu, on souffle obliquement sur la face argentée, il arrive un moment où un nuage se forme, un dépôt de rosée ; on lit sur le thermomètre 38 degrés, et l'on se croit en droit de conclure que l'air expiré est saturé de vapeur d'eau à la température de 38 degrés : cette conclusion est erronée.

Ce qui m'a conduit à reconnaître cette erreur, c'est que l'air expiré est à la température de 35°,3 et ne peut être saturé à 38 degrés. Voici ce qui arrive : l'air que l'on souffle, qui est à une température plus basse que la paroi du cube, refroidit la surface brillante, et sur cette surface se produit un dépôt de rosée qui est très-léger et qui disparaît aussitôt que l'expiration cesse et que le métal se réchauffe.

Ajoutons à cela que le milieu environnant refroidit aussi la surface. Il fallait modifier le procédé, je ne pouvais consentir à l'abandonner ; l'expiration se fait au moyen d'un tube fixé au centre d'une petite cloche qui repose sur la face argentée du cube ; ce tube central, maintenu par un bouchon percé de trous, se termine à 2 centimètres de la face brillante, la cloche est recouverte de ouate. Par cette disposition, lorsqu'on inspire par le nez, qu'on expire par le tube, le courant d'air expiré va se répandre sur toute la face du cube, et se réfléchit entre le tube et la cloche pour s'échapper à l'extérieur par le bouchon. Alors le milieu environnant ne peut refroidir la face du cube : si le courant d'air expiré refroidit un peu cette surface, le nuage produit sera fugace et disparaîtra aussitôt l'expiration finie ; si la température de l'eau du cube est légèrement inférieure à celle qui correspond à la saturation de l'air expiré par la vapeur d'eau, un nuage se déposera, un nuage persistant. Pour voir ce dépôt de rosée, il n'est pas nécessaire de retirer la cloche qui est bien appliquée sur le cube, il suffit de regarder l'image de l'œil dans le miroir métallique qui est au fond d'une petite chambre noire : l'image est-elle brillante, point de dépôt ; l'image est terne ou n'apparaît pas, un dépôt de rosée plus ou moins abondant s'est formé.

Pour faire l'expérience, on verse dans le cube de l'eau à 38 degrés environ, on introduit le thermomètre, le cube est placé à la hauteur de la bouche, sur un support que l'on agite légèrement, la cloche, recouverte de ouate et d'un papier noir, est placée sur la face du cube ; on dispose l'appareil contre une fenêtre pour que l'œil soit bien éclairé. On inspire par le nez, la langue ferme l'entrée du tube, on expire par le tube, de temps en temps l'œil regarde son image ; quand un dépôt persistant, abondant, fait disparaître l'image, la température de l'eau du cube est celle pour laquelle l'air expiré est saturé de vapeur d'eau.

RÉSULTATS.

La température extérieure étant 22 degrés, à la température de 35°,3 il ne se forme pas de nuage, mais à 35°,1 un nuage faible apparaît, qui devient abondant à 35 degrés. Ainsi, tandis que la température de l'air expiré, déterminée plus haut, est 35°,3, cet air est saturé de vapeur d'eau à 35 degrés.

On peut donc dire que l'air expiré est sensiblement saturé de vapeur d'eau à la température qu'il possède, et la démonstration de cette vérité est directe.

Lorsque le milieu ambiant est à la température de 22 degrés, l'air expiré est donc saturé de vapeur d'eau à 35 degrés et non pas à 38 degrés.

Je rechercherai aussi plus tard l'influence de la température de l'air expiré qui est certaine, ainsi que M. Valentin l'a démontré par l'expérience, et que je l'ai fait voir par le raisonnement.

VOLUME RÉEL DE L'EXPIRATION ORDINAIRE.

L'air expiré, au moment où il quitte les lèvres, se trouve à la température de 35°,3 saturé de vapeur d'eau ; si on le reçoit dans un gazomètre plein d'eau à 21 degrés, il se refroidit, son volume diminue, de sorte que le volume égal à 27 litres de gaz expiré, que nous avons mesuré, saturé de vapeur d'eau à 21 degrés, occupe un volume plus grand au moment où il sort des poumons.

Il est facile de calculer ce volume, je ne parlerai pas ici de la formule à employer, je ne donnerai que le résultat : si l'on met le gaz expiré dans les mêmes conditions physiques que nous avons reconnues à la sortie de la bouche, le volume expiré devient $29^l,23$, et le volume de l'expiration $\frac{29^l,33}{53} = 0^l,551,5$. Ainsi, le volume réel de l'air expiré est $551^{cc},5$, c'est bien la mesure de la diminution du volume des poumons qui produit l'expiration, comme c'est aussi la valeur de l'augmentation de volume qui produit l'inspiration ; est-ce dire que le volume de l'air inspiré est égal à $551^{cc},5$? Non, le volume d'air extérieur qui pénètre dans les poumons s'échauffe et prend de la vapeur d'eau, en général ; son volume s'accroît, de telle sorte que le volume expiré devient plus grand que le volume inspiré.

Si l'air extérieur se trouve dans les mêmes conditions physiques que l'air recueilli dans le gazomètre, le volume de l'inspiration est égal à celui de l'expiration que nous mesurons, mais reste plus petit que le changement de volume des poumons, lorsque la température de ces organes est supérieure à celle de l'atmosphère.

MÉLANGE DE L'AIR EXPIRÉ AVEC L'AIR EXTÉRIEUR.

L'air expiré est rejeté dans l'air avec une certaine vitesse et se mélange aux gaz qu'il déplace, les mouvements que la respiration produit dans l'atmosphère sont rendus visibles lorsque l'on fume ; la fumée indique la marche de l'air expiré qui s'éloigne de la bouche ; on fait rentrer par l'inspiration qui suit, de l'air pur surtout, et une faible partie seulement de l'air qui vient d'être rejeté et qui est devenu impropre à la respiration ; cette partie qui rentre est d'autant plus petite que le mouvement d'expiration est plus énergique, que l'espace dans lequel on respire est plus vaste.

Il y a un phénomène que tout le monde a observé qui se présente lorsque l'air extérieur est froid ou humide, il y a précipitation de vapeur d'eau ; l'explication de ce fait est bien simple.

Si l'air ambiant est saturé de vapeur d'eau ou voisin de son

point de saturation et plus froid que l'air expiré, celui-ci, qui est saturé de vapeur d'eau, se refroidit par le mélange, perd nécessairement une partie de la vapeur d'eau qui se condense à l'état vésiculaire et forme un brouillard.

L'atmosphère froide peut abaisser assez la température de l'air expiré pour que le mélange ne soit pas capable de contenir toute la vapeur d'eau que celui-ci renferme, d'où formation de brouillard.

Le même phénomène se produira d'une manière plus manifeste encore si l'air froid est en même temps humide.

Si, au contraire, le mélange des gaz expirés et de l'air qui les reçoit, est capable de contenir toute la vapeur d'eau qu'ils enlèvent aux poumons, il n'y aura point de liquéfaction de la vapeur.

POIDS DE LA VAPEUR D'EAU EXHALÉE EN UN CERTAIN TEMPS.

Nous avons vu plus haut que le volume d'air expiré à 35°,3, saturé de vapeur d'eau à 35 degrés, par cinquante-trois mouvements respiratoires, qui ont duré trois minutes, s'est élevé à $29^{l},23$; il est très-facile de calculer le poids de vapeur d'eau que renfermait ce volume dont la température et l'état hygrométrique sont si bien connus.

Le poids d'un litre d'air à 0 degré et à la pression de 760 millimètres est $1^{gr},293$. La tension maximum de la vapeur d'eau à 35 degrés égale $41^{mm},8$; k est le coefficient de dilatation cubique des gaz et de la vapeur d'eau ; $\frac{5}{8}$, la densité de la vapeur d'eau par rapport à l'air ; le poids d'un litre de vapeur d'eau dans les conditions données est $\frac{1^{gr},293 \times 41,8 \times 5}{(1+35,3k)\,760 \times 8} = 0^{gr},0393$.

Le poids de $29^{l},23$ sera $0^{gr},0393 \times 29,23 = 1^{gr},149$.

Ainsi, le poids d'eau exhalé en trois minutes par cinquante-trois expirations est $1^{gr},149$; en une minute, il est $0^{gr},383$.

Je me suis proposé de vérifier directement ce nombre obtenu par le calcul.

DÉTERMINATION DU POIDS DE VAPEUR D'EAU EXHALÉ EN UNE MINUTE PAR LES POUMONS.

Je me suis attaché à ne point changer la respiration, à la rendre aussi facile que dans l'air, mais une difficulté s'est présentée : lorsqu'on veut arrêter complétement la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré, il faut faire passer ce gaz dans deux tubes en U contenant de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, or l'expiration dans ces tubes devient difficile, le gaz expiré rencontre une résistance assez grande. Je diminue beaucoup cet obstacle par l'emploi de deux tubes en U larges, de pierre ponce en gros morceaux qui laissent entre eux de grandes cavités ; j'ai soin de ne mettre dans les tubes qu'une petite quantité de pierre ponce, et de répandre de l'acide sulfurique sur toutes les parois intérieures.

Les deux tubes sont réunis par un large caoutchouc plié en demi-cercle par un tube de verre.

L'extrémité supérieure du premier tube desséchant est fixée, à l'aide d'un bouchon, dans une tubulure d'un verre qui présente une seconde tubulure, servant à contenir le tube par lequel se fera l'expiration. L'appareil desséchant est fermé avec des bouchons et pesé, puis on le plonge dans l'eau, on le maintient pour qu'il soit presque horizontal et on le met en communication avec un aspirateur plein d'eau.

Pour faire l'expérience, on ferme les fosses nasales, on inspire et l'on expire par la bouche, les lèvres sont adaptées à l'ouverture des tubes desséchants ; aussitôt que l'expiration commence, un robinet qui est à la partie supérieure de l'aspirateur est ouvert, et permet au gaz expiré de traverser les tubes et de se rendre dans l'aspirateur dont l'eau s'écoule. Aussitôt que l'expiration cesse, on ferme ce robinet. On compte les inspirations. Lorsque l'expérience a duré deux minutes, on l'arrête, on essuie le tube qui a été mouillé extérieurement par les lèvres, et l'on ajoute les bouchons qui ferment l'appareil desséchant. Les tubes sont essuyés avec soin et pesés, l'augmentation de poids fait connaître le poids de vapeur d'eau exhalé.

Un jour que la température de l'eau de l'aspirateur était 18 degrés, on fit trente-sept inspirations et expirations en deux minutes, le poids d'eau recueilli fut $0^{gr},783$.

Le volume de gaz expiré, mesuré dans le gazomètre, fut trouvé égal à 19 litres : le volume de chaque expiration était donc $\frac{19}{37} = 0^{l},514$, et le poids d'eau exhalé en une minute fut $0^{gr},391$, nombre peu différent de celui que nous avons trouvé plus haut par le calcul, qui est $0^{gr},383$.

Or, dans cette expérience et dans la détermination du volume d'une expiration normale, nous avons trouvé à peu près les mêmes nombres pour la grandeur et la fréquence des mouvements respiratoires.

Ainsi, le poids de vapeur d'eau exhalé en une minute, lorsque la respiration conserve son rhythme habituel, que la température extérieure est voisine de 20 degrés, est environ 0^{gr} 387 ; en vingt-quatre heures, le poids d'eau exhalé est $557^{gr},3$, si l'exhalation pendant la nuit est aussi active que pendant le jour.

Le poids de l'eau perdue par les poumons est toujours moindre que celui-ci ; en effet, l'air extérieur inspiré contient toujours de la vapeur d'eau qui se trouve dans les produits de l'expiration.

Aussi la véritable perte d'eau effectuée par les poumons varie beaucoup, car rien n'est variable comme la température et l'état hygrométrique de l'atmosphère. L'air sec et froid n'apportera point d'eau dans les poumons ; l'air chaud à 37 degrés et saturé de vapeur d'eau n'enlèvera point d'eau à ces organes. Si l'air était plus chaud que 37 degrés et saturé, il y aurait, au contraire, un dépôt de rosée sur les parois des bronches : entre ces conditions extrêmes, tous les cas intermédiaires peuvent être observés.

M. Valentin a noté de grandes différences dans le poids de vapeur d'eau exhalé par des personnes de taille et de constitution différentes, ainsi un jeune homme, grand et fort, qui pesait 87 kilogr., exhalait 537 grammes d'eau en vingt-quatre heures, tandis que M. Valentin lui-même n'exhalait que 400 grammes.

Je trouve en vingt-quatre heures un poids exhalé 557 grammes, plus grand que le premier, quoique la personne qui a été sou-

mise à l'expérience soit de taille et de constitution ordinaires ; la différence tient uniquement au mode employé pour recueillir les gaz : je me suis attaché surtout à conserver une respiration normale, à rendre l'expiration facile, et j'ai compté autant de mouvements respiratoires que l'homme bien portant qui respire librement en fait sous la direction du système nerveux.

RÉSUMÉ.

Le volume d'air contenu dans les poumons peut être déterminé par l'inspiration d'un volume connu d'hydrogène.

Par plusieurs mouvements respiratoires, l'hydrogène renfermé dans une cloche se mélange avec les gaz qui remplissent les bronches.

Ce mélange est analysé, on voit combien il contient d'hydrogène, on calcule son volume total.

Le volume des poumons après l'expiration chez des hommes dont l'âge est compris entre dix-sept et trente-cinq ans, varie entre $2^{l},19$ et $3^{l},22$.

Quand on inspire un demi-litre d'air, un tiers environ est rendu à l'atmosphère, avec deux tiers d'air vicié ; et deux tiers d'air pur sont distribués uniformément dans les bronches.

Divisons le volume de l'air pur introduit dans les poumons par le nombre qui mesure leur capacité, nous aurons le coefficient de ventilation.

Le coefficient de ventilation est proportionnel à la grandeur de l'inspiration ; il augmente et diminue quand le volume des poumons diminue ou augmente, si l'inspiration reste constante.

Les gaz mélangés à l'air inspiré pénètrent comme lui jusqu'aux extrémités des bronches.

Le volume d'une expiration ordinaire déterminé en conservant à la respiration son rhythme ordinaire est un peu plus grand qu'un demi-litre.

L'air expiré lorsque la température ambiante est voisine de

20 degrés est saturé de vapeur d'eau à la température de 35 degrés qu'il possède.

Le poids d'eau exhalé en vingt-quatre heures s'élève à 557 grammes, résultat obtenu par le calcul et par l'expérience.

La perte réelle d'eau faite par les poumons est moindre, parce qu'il faut déduire de ce nombre le poids de vapeur introduit par l'air inspiré.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI.

Fig. 1. Cloche à robinet que l'on remplit d'eau sur la cuve, et dans laquelle on fait passer un volume d'hydrogène mesuré dans un flacon jaugé. L'enveloppe du robinet porte trois tubes : le premier est fixé à la cloche par un bouchon, le second opposé est introduit dans la bouche à l'aide d'un tube de caoutchouc, le troisième porte un entonnoir garni d'une toile métallique ; l'air expiré au travers de ce tissu fait entendre un bruit qui cesse aussitôt que l'expiration est terminée.

Fig. 2. Eudiomètre à eau de Volta. Lorsque l'on veut déterminer la proportion d'hydrogène contenue dans un gaz, il est souvent nécessaire d'ajouter de l'air ou de l'oxygène. Si le gaz soumis à l'analyse renferme peu d'hydrogène, il ne peut plus détoner par l'étincelle électrique ; il faut alors ajouter au mélange gazeux un volume connu d'hydrogène assez grand pour que la combustion ait lieu, assez petit pour que l'oxygène puisse brûler complétement tout l'hydrogène.

Fig. 3. Tube gradué en deux cents parties, les gaz avant et après la détonation dans l'eudiomètre.

Fig. 4. Robinet en première position. La bouche appliquée à la cloche communique avec l'atmosphère par la toile métallique, mais ne communique pas avec la cloche.

Fig. 5. Robinet en deuxième position. Il y a communication entre la bouche et l'intérieur de la cloche, et plus de communication entre l'arbre aérien et l'atmosphère.

Lorsqu'on veut analyser le gaz conservé, on enfonce complétement la cloche dans l'eau ; le robinet est placé peu à peu en deuxième position. Le gaz déplacé par l'eau se dégage et peut être recueilli dans des cloches graduées ou dans le tube de l'eudiomètre.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Fonctions de la veine porte, par le docteur Oré, professeur de physiologie à l'École de médecine de Bordeaux, chirurgien adjoint de l'hôpital Saint-André de la même ville. Bordeaux, 1861, in-8, 62 pages.

Extrait et analyse par M. Ch. Robin.

Bien que ce travail soit publié depuis près de trois ans, comme il n'a été reproduit dans aucun recueil et comme il est peu connu, malgré l'importance du sujet, j'analyserai ici, sur la demande de plusieurs physiologistes, les résultats des recherches propres à l'auteur, qui en forment la partie essentielle.

Mais il n'est pas hors de propos de résumer d'abord les faits les plus essentiels relatifs à la texture du foie, généralement exposés d'une manière confuse ou inexacte.

Le foie offre cette particularité que, chez les vertébrés et quelques invertébrés, il est formé de deux organes de texture différente, associés l'un à l'autre. (Voy. Robin, *Dict. de médecine* de Nysten, par Littré et Robin; Paris, x^e^ édition, 1855, p. 1306, et xie édition, 1858, p. 1472.) L'un est glycogène et du groupe des glandes vasculaires sanguines ; l'autre est biliaire et du groupe des glandes en grappes composées. (Robin, *Tableaux d'anatomie*, Paris, 1850, in-4, p. 9.)

1° *Organe glycogène.* — C'est lui qui constitue la masse principale du foie. Il est formé par les acini ou grains glanduleux du foie, polyédriques, larges d'un demi-millimètre à 1 millimètre et plus ; ils sont formés eux-mêmes de cellules immédiatement juxtaposées, entre lesquelles passent les capillaires de la veine porte, contigus aux cellules, pénétrant ainsi dans l'épaisseur des acini aussi bien qu'ils en recouvrent la surface. Ce réseau très-élégant, à mailles serrées, se réunit au centre de chaque acinus en un petit tronc commun, *veine intralobulaire*, origine des veines sushépatiques.

Entre les lobules sont de minces cloisons de fibres lamineuses, dont beaucoup sont à l'état de corps fusiformes et accompagnés de matière amorphe, dont la quantité diminue dans le tissu lamineux qui entoure la veine porte et les conduits hépathiques (*capsule de Glisson*), avec lequel celui des cloisons est en continuité de substance.

Les cellules épithéliales propres des acini glycogènes sont polyédriques, larges de 2 centièmes de millimètre ou environ. Elles renferment un ou deux noyaux (assez souvent deux) sphériques ou plus rarement ovales et alors volumineux, avec ou sans nucléole selon les individus. Autour de lui se trouvent beaucoup de granulations qui le masquent quelquefois, mais elles manquent rarement à l'état sain ; les cellules sont pâlies par l'acide acétique ; le noyau inattaqué devient très-évident. La bile fraîche ou cadavérique ne les dissout pas comme on l'a prétendu ; elle les pâlit d'abord, et au bout de quelques heures elle les colore en vert d'une manière très-intense, comme elle le fait pour toutes les cellules épithéliales qui viennent à séjourner dans cette humeur. Il n'est pas rare de trouver à l'état normal, surtout chez l'homme, une quantité plus ou moins grande de granulations ou de gouttes graisseuses d'un jaune verdâtre dans chaque cellule.

Selon le plus ou le moins de congestion des réseaux sanguins ci-dessus, c'est, dans chaque *acinus*, l'aspect jaunâtre dû à ces cellules épithéliales accumulées qui prédomine, ou l'aspect rouge du tissu congestionné : d'où la division, à l'œil nu, de la substance du foie en *rouge* et *jaune;* celle-ci est d'autant plus prononcée que les cellules épithéliales renferment plus de granulations graisseuses.

L'artère hépathique se distribue en entier ou à peu près sur les parois de la veine porte, des conduits hépatiques, des culs-de-sac sécréteurs de la bile dont il va être question et dans le tissu lamineux qui les entoure, ou *capsule de Glisson*, mais ne sert pas à la formation des réseaux pénétrant et circonscrivant les lobules ou *acini* glycogènes.

2° *Organe biliaire.* — C'est une glande en grappe, disséminée en petits acini en forme de feuilles de fougère à culs-de-sac sécréteurs peu rapprochés et épars le long des conduits hépatiques excréteurs dans lesquels ils se jettent. Ces acini sont plongés dans le tissu lamineux dit *capsule de Glisson*, ainsi que dans les cloisons interacineuses des lobules ou grains glanduleux de l'organe glycogène. C'est de la bile qu'ils sécrètent et non simplement du mucus, comme l'ont cru beaucoup d'auteurs.

Ces acini biliaires ne sont là que contigus aux lobules glycogènes et non continus ; ils sont longs de 1 à 2 dixièmes de millimètre ; leurs culs-de-sac, longs de 3 à 6 centièmes de millimètre, sont souvent plus larges que le conduit axile qui les reçoit. Leur paroi propre est homogène, tenace, tapissée d'un épithélium à très-petites cellules pavimenteuses, incolores, bien que le centre du cul-de-sac soit plein de matière orangée ou verdâtre. Dans les conduits excréteurs ou hépathiques proprement dits, l'épithélium est prismatique, cilié. On trouve de ces acini épars en forme de feuilles de fougère jusqu'au canal cystique, mais non sur le cholédoque.

La masse représentée par l'organe biliaire est petite à côté de celle que forme l'organe glycogène ; mais, en somme, elle est proportionnée au volume des conduits excréteurs et de la vésicule ou réservoir, comparativement à ce que sont les conduits et réservoirs de cet ordre dans les autres parenchymes, tels que le rein, le pancréas, etc. Réciproquement, le volume des conduits et de la vésicule biliaires est proportionné à celui de la glande disséminée à laquelle ils appartiennent, et non à celui du foie pris en masse et mis en parallèle à côté des parotides, du pancréas, de l'appareil urinaire sous ce point de vue. L'organe biliaire est souvent lésé indépendamment de l'organe glycogène et *vice versâ ;* l'influence réciproque qu'ils exercent sur les phénomènes que chacun accomplit n'est pas déterminée encore.

Revenons maintenant au travail de M. Oré. Ce savant rattache les usages de la veine porte à quatre ordres de faits physiologiques distincts :

1° L'absorption de certains produits de la digestion ;

2° La sécrétion de la bile ;

3° La fonction glycogénique du foie ;

4° La nutrition de cet organe.

Touchant le premier ordre de faits, l'auteur conclut de la discussion des données existant dans la science qu'on peut, d'après leur voie d'absorption, distinguer les matières nutritives en deux classes :

1° Celles qui n'arrivent dans la circulation générale qu'après avoir traversé le foie : ce sont les matières féculentes et albuminoïdes ;

2° Celles qui arrivent dans la circulation générale sans traverser le foie, mais par l'intermédiaire des chylifères : ce sont les matières grasses.

Il résulte de tout ce qui précède, que les deux premiers groupes de substances ne traversent le foie qu'après avoir été absorbés par les veines mésaraïques et la veine porte : on doit donc considérer le *rôle de cette veine dans l'absorption comme très-important, puisqu'elle introduit dans l'organisme les substances qui doivent contribuer le plus à réparer ses pertes et à entretenir les phénomènes respiratoires.*

Quant aux usages de la veine porte concernant *la sécrétion de la bile*, M. Oré discute ainsi qu'il suit les expériences de M. Simon (de Metz), faites sur les pigeons qui manquent de vésicules biliaires et chez lesquels on ne peut juger de la quantité de bile sécrété que par la coloration qu'elle communique aux matières contenues dans l'intestin et dans le cloaque.

1re EXPÉRIENCE. *Ligature des deux canaux excréteurs du foie.* — Cet organe se colore en vert. La vie s'est continuée de vingt-quatre à trente-six heures.

2e EXPÉRIENCE. *Ligature des canaux excréteurs et de l'artère hépatique.* — Le foie s'engorge et prend, dans ces conditions, une teinte jaune verdâtre prononcée ; les excréments sont colorés de la même manière.

3e EXPÉRIENCE. *Ligature de l'artère hépatique seule.* — Pas d'engorgement du foie ; après la mort on trouve de la bile dans les canaux excréteurs, et les matières contenues dans l'intestin offrent la teinte bilieuse comme dans l'état normal.

4e EXPÉRIENCE. *Ligature des racines de la veine porte et des canaux hépatiques.* — Le foie est alors entièrement décoloré et n'a plus qu'une teinte d'un rose pâle, les matières intestinales sont d'un gris blanchâtre, le cloaque est rempli d'excréments sans mélange, de couleur verte, et cependant plusieurs pigeons ont vécu jusqu'à trente-six heures.

De ces expériences, M. Simon (de Metz) conclut :

1° Que la ligature de l'artère hépatique n'empêche pas qu'il se forme de la bile ;

2° Que la présence de cette bile est manifeste lorsqu'on lie en même temps les canaux excréteurs ;

3° Qu'il n'est pas douteux que le sang de la veine porte qui fournit les éléments nécessaires de la sécrétion de la bile pendant que la ligature de ce vaisseau arrête cette sécrétion (1).

Tel était l'état de la science sur cette question, lorsque M. Oré a commencé les expériences qui font le sujet de cette partie de son travail.

Dans la *première série*, il place les expériences où l'oblitération de la veine porte ayant été produite, soit par la ligature, soit par l'injection de substances hémostatiques, la mort presque immédiate en a été la conséquence.

Dans la *deuxième série*, se rangent celles où l'oblitération de la veine porte ayant été obtenue lentement, *la sécrétion de la bile n'a nullement été altérée.*

Enfin, dans la *troisième série* se trouvent celles où il a pu apprécier l'influence de cette oblitération à la fois sur la sécrétion biliaire et sur la fonction glycogénique du foie.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — Dans les premières expériences, à l'exemple de presque tous les vivisecteurs, le tronc de la veine porte étant mis à découvert, il plaça autour une ligature et la serra violemment, de manière à interrompre tout à coup la circulation. Les trois chiens sur lesquels

(1) *Journal des progrès des sciences médicales*, t. VII, p. 219.

ce procédé fut employé ne survécurent pas plus d'une heure, et ils moururent après avoir présenté les symptômes suivants : refroidissement général, teinte bleuâtre des muqueuses. A l'autopsie, on trouva l'intestin grêle avec une coloration bleuâtre très-prononcée ; le système veineux abdominal était le siége d'un engorgement considérable.

Ces premières expériences ne donnèrent donc que des résultats négatifs. Un autre procédé a parfaitement réussi : Ce procédé consiste à faire le long du rebord des fausses côtes droites une incision qui intéresse toute l'épaisseur des parois abdominales ; après cela, à plonger l'index de la main gauche, disposé en forme de crochet, sous la face inférieure du foie, de manière à saisir les vaisseaux et à les amener jusqu'à l'ouverture pratiquée ; d'isoler rapidement, à l'aide d'une sonde cannelée, la veine porte de l'artère hépatique et des canaux biliaires ; à passer autour d'elle, sans le nouer, un fil disposé comme une anse, et dont les deux extrémités très-longues ressortent par la plaie et sont attachées sur le dos de l'animal ; à réunir la plaie par trois ou quatre points de suture : le fil reste autour de la veine pendant cinq ou six jours au plus. Après ce temps on l'enlève en tirant sur l'une des extrémités, et on laisse l'animal entièrement libre.

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES. — *Première expérience*, faite sur un chien âgé de deux ans. — Le fil ayant été placé autour de la veine, l'animal fut presque immédiatement pris de vomissements. Il refusa toute nourriture et mourut au bout de vingt-six heures. A l'autopsie, on constata les faits suivants :

Les anses de l'intestin grêle offraient une teinte légèrement brunâtre. Les veines étaient un peu engorgées. Après s'être assuré que le fil avait été bien placé autour de la veine porte, M. Oré fit avec précaution une incision dans le tronc de ce vaisseau, et s'aperçut qu'il existait, au-dessous du point où la ligature avait été appliquée, un caillot assez mou, d'un rouge foncé, qui n'adhérait que faiblement dans trois ou quatre points à la paroi interne de la veine ; au-dessus du point lié, c'est-à-dire dans les ramifications de la veine qui traversaient le foie, il y avait moins de sang que dans l'état normal. Cependant la couleur de cet organe n'avait pas été altérée et *la vésicule biliaire était gorgée de bile.*

Deuxième expérience. — Chez un second chien à peu près du même âge, qui mourut cinquante heures après l'opération, la veine porte était fortement étranglée dans la partie enlacée par la ligature. Son calibre se trouvait réduit à celui d'une plume de corbeau. Au-dessous de cet étranglement, on rencontra un caillot d'une densité plus grande que dans le cas précédent, et qui avait aussi une couleur différente. Sa teinte était en effet d'un rouge jaunâtre, des adhérences assez fortes l'unissaient à la paroi interne du vaisseau ; mais quoique plus intimes que dans le cas précédent, ces adhérences avaient dû ralentir, mais non arrêter complétement la circulation. *La vésicule biliaire était gorgée de bile.*

Troisième expérience. — Elle fut faite sur un chien de trois ans, qui mourut le cinquième jour après l'application de la ligature. Dans les deux premiers jours, il y avait eu des vomissements qui ne se manifestèrent pas le troisième ; la veine porte contenait un *caillot jaune assez dur, résistant, adhérant par toute sa surface à la paroi interne de la veine.* Ce caillot avait dû nécessairement intercepter la circulation dans ce vaisseau. Le foie offrait une coloration moins foncée que chez les deux autres animaux, sujets de mes premières expériences. *La vésicule biliaire était gorgée de bile et les matières*

alimentaires étaient colorées par ce liquide. Le fil placé autour de la veine avait aussi enlacé l'artère hépatique, qui se trouvait oblitérée dans ce point-là ; mais ayant eu le soin de faire une injection au vernis à l'alcool, par l'aorte, M. Oré put constater que le sang artériel arrivait au foie par une douzaine de branches, provenant de l'arcade formée par l'anastomose qui existe chez le chien entre l'artère hépatique et les artères pancréatico duodénales. Il existait dans le côté droit du ventre un épanchement purulent assez considérable, provenant d'une péritonite qui avait occasionné la mort de l'animal.

Quatrième expérience, faite sur un jeune chien de sept à huit mois. — La ligature une fois posée, comme dans les cas précédents, autour de la veine, et nouée sur le dos, on laissa l'animal entièrement libre. Des vomissements opiniâtres de matières bilieuses eurent lieu pendant les deux premiers jours ; à ces matières se trouvaient mêlées les substances alimentaires que je donnais à l'animal, telles que du lait et du pain. Ce chien maigrit avec rapidité. Au cinquième jour, il parvint à dénouer sa ligature, et ayant tiré sur l'une des extrémités, il s'en débarrassa. A partir de ce jour, il reprit sa gaieté, l'appétit revint, et les vomissements diminuèrent, sans toutefois cesser complétement. Craignant que la veine ne fût pas entièrement oblitérée, M. Oré voulut placer un nouveau lien après avoir rouvert la paroi abdominale ; mais des adhérences s'étaient formées, la ligature glissa au devant. Deux jours après, il remarqua que les veines sous-cutanées abdominales s'étaient beaucoup dilatées, et étaient devenues comme variqueuses ; elles offraient quelque chose d'analogue à ce que l'on voit chez l'homme dans les ascites provenant d'un obstacle à la circulation veineuse abdominale. Il conçut l'espérance que la veine porte était oblitérée, et le onzième jour depuis l'application du premier fil, alors que la plaie du ventre était presque cicatrisée, il tua l'animal par la section du bulbe rachidien.

Le foie avait diminué de volume; son tissu était d'une couleur jaune uniforme, et n'offrait pas la teinte lie de vin habituelle. Les canaux biliaires et l'artère hépatique ne présentaient aucune altération.

Le tronc de la veine porte, atrophié dans toute son étendue, était blanchâtre; son tissu, dur, résistant, de consistance fibreuse, était très-adhérent avec la face inférieure du foie. On ouvrit avec précaution la veine mésaraïque supérieure, et j'y introduisis un stylet que je dirigeai vers le foie. Bientôt l'instrument rencontra un obstacle; le stylet fut dirigé en sens opposé, et il fut encore arrêté. Il devenait évident que le vaisseau était oblitéré. L'extrémité du stylet était arrêté par un cul-de-sac qui constituait une véritable obstruction du vaisseau dans l'étendue de moins de 2 millimètres. Les ramifications de la veine porte dans le foie étaient revenues sur elles-mêmes : elles ne contenaient que très-peu de sang, ou mieux de la sérosité sanguinolente. Même coloration de la bile.

La vésicule biliaire renfermait une assez grande quantité de bile, et les matières intestinales étaient mélangées avec ce liquide.

Cinquième expérience, faite sur un chien de six mois. — Contrairement à ce qu'on avait observé dans le cas précédent, le chien qui fait le sujet de cette expérience n'éprouva pas de vomissements, et cependant il n'avait pas cessé un seul jour de manger et de boire. Au sixième jour, on vit que les veines sous-cutanées abdominales commençaient à se dilater ; on se hâta d'enlever sa ligature. Ce chien, comme le précédent, avait été placé depuis le commencement de l'expérience dans une chambre dont on avait eu le soin d'élever la température en y faisant faire constamment du feu. On le laissa

vivre vingt jours après l'enlèvement du lien. Pendant tout ce temps, l'animal put manger abondamment et parfaitement digérer. Lorsqu'on le sacrifia par la section du bulbe rachidien, la plaie du ventre était tout à fait cicatrisée, et le chien avait repris sa gaieté et ses allures habituelles.

A l'autopsie, après avoir isolé l'artère hépatique et les canaux biliaires qui étaient parfaitement sains, on mit à découvert le tronc de la veine porte. Ici, comme dans le cas précédent, le tronc de cette veine adhérait fortement à la face inférieure du foie, *qui avait lui-même considérablement diminué de volume*, et dont la couleur était devenue d'un jaune pâle très-prononcé. La veine était transformée en un cordon fibreux dur et blanchâtre. *On ne pouvait révoquer en doute son oblitération. La vésicule biliaire était gorgée de bile, et le cours de ce liquide n'avait pas été plus interrompu que sa sécrétion.*

Il était utile de suivre la marche du sang veineux, et surtout de constater si aucun vaisseau ne ramenait au foie le sang des veines intestinales. C'est dans ce but que M. Oré poussa par le tronc de la veine mésaraïque supérieure une injection fine au vernis à l'alcool. Cette injection très-pénétrante *revint par la veine cave inférieure.* Le passage de l'injection dans ce dernier vaisseau démontrait qu'il avait dû se former des anastomoses entre lui et le système veineux abdominal. Après une dissection attentive, il s'aperçut en effet qu'à trois lignes à peu près du point où la mésaraïque supérieure et la splénique se confondent pour former le tronc de la veine-porte hépatique, il existait un réseau de veinules anastomosées entre elles, qui allaient se jeter dans la veine cave inférieure; de manière que la circulation, interrompue dans le foie par suite de l'oblitération, se faisait par la veine cave inférieure à l'aide de ces anastomoses. De cette manière, les substances absorbées dans l'intestin étaient portées dans la circulation générale, et par conséquent n'étaient pas perdues pour l'organisme.

Réflexions. — Ces expériences conduisent, comme il est facile de le prévoir, à tirer des conclusions opposées à celles de M. Simon (de Metz).

Il est important de rappeler que les expériences de ce dernier auteur ont été faites sur des pigeons, dans lesquels la vésicule du fiel manque et se trouve remplacée par des conduits excréteurs. Ce n'est donc que par la coloration des matières intestinales et par celles du foie qu'il a pu juger que la sécrétion continuait ou était interrompue; en outre, les pigeons n'ont pas vécu plus de trente-six heures après l'opération. Or, les faits observés par cet expérimentateur, après la ligature de l'appareil hépatique, ne sont pas suffisants pour motiver les conclusions qu'il a formulées. En effet, le volume de l'artère hépatique est à celui de la veine porte comme 1 est à 9. Il en résulte que l'interruption brusque du cours du sang dans ce vaisseau, n'a pas dû diminuer beaucoup celui du foie, et dès lors la coloration de l'organe, à laquelle M. Simon (de Metz) semble attacher tant d'importance, n'a pas dû être altérée d'une manière sensible. En outre, ce dernier ne tient aucun compte des anastomoses. Si l'artère hépatique était le seul vaisseau artériel qui pénétrât dans le foie, on comprendrait toute l'importance d'une pareille ligature et de ses résultats; mais la ligature de ce tronc n'empêche en aucune façon, à cause des anastomoses nombreuses, la circulation artérielle de se continuer dans le foie. En est-il de même pour la veine porte?

La veine porte constitue un tronc unique, *exceptionnel*, *sans anastomose*, résumant à lui seul toute la circulation veineuse de la portion sous-diaphragmatique du tube digestif et de la rate. Elle doit donc amener au foie une quantité considérable de sang. Est-il surprenant dès lors que sa ligature ait

occasionné *une décoloration de cet organe*, et qu'en outre, son oblitération le privant de la plus grande partie du sang qu'il renferme dans l'état normal, la sécrétion de la bile ait été suspendue? *Le changement brusque dans les conditions physiologiques d'un organe, explique très-bien, sans qu'on puisse invoquer des rapports de cause à effet, la cessation de telle ou telle fonction de cet organe, surtout lorsque la vie ne se prolonge pas au delà de trente-six heures dans ces conditions nouvelles.*

Dans les expériences de M. Oré, au contraire, faites *sur des animaux supérieurs*, ce qui avait été jugé jusqu'alors impraticable, *il a toujours vu la sécrétion biliaire continuer à se faire, malgré l'oblitération partielle ou complète du tronc de la veine porte.* Et, comme à l'aide du procédé qu'il a employé et aussi indiqué le premier, *la veine s'est oblitérée lentement et la vie s'est parfaitement maintenue*, il croit être autorisé à tirer les conséquences opposées à celles de M. Simon (de Metz).

Afin de donner plus de valeur à ces conséquences, il insiste sur une particularité de la sécrétion biliaire qu'invoquent les physiologistes opposés à l'opinion qu'il soutient. Ceux qui refusent à l'artère hépatique toute participation dans la sécrétion, disent que le sang de cette artère serait insuffisant pour produire toute la bile qui se forme en vingt-quatre heures. Or, en créant des fistules biliaires, il a observé que lorsque la digestion commence, l'écoulement de la bile par la fistule cesse complétement, et cela pendant six ou sept heures ; elle coule alors directement dans l intestin. Ce n'est qu'à partir de ce moment que l'on voit ce liquide commencer à couler par la fistule, de telle sorte que la quantité de bile sécrétée dans l'intervalle d'une digestion à l'autre, *peut être représentée par celle que l'on trouve dans la vésicule.* Or il est facile de se convaincre que le produit de la sécrétion est peu en rapport avec le volume énorme de l'organe sécréteur, et qu'il l'est bien plus au contraire avec la quantité de sang que l'artère hépatique fournit au foie.

M. Oré *pense donc qu'il est démontré que la sécrétion de la bile se fait aux dépens du sang artériel*, et qu'on est autorisé à dire :

Admettez que la veine étant oblitérée, sans anastomose qui ramène au foie le sang provenant des veines mésaraïques, la sécrétion continue, n'est-il pas évident que la bile a été formée aux dépens du sang artériel?

Ce qui donne à cette opinion une valeur incontestable, c'est le résultat des oblitérations de la veine porte observées chez l'homme.

Dans un mémoire remarquable (*Journal de médecine de Bordeaux*, janvier, février, mars 1856), M. Gintrac, directeur de l'École de médecine de cette ville, cite trente-quatre faits d'oblitération observés chez l'homme, parmi lesquels six ont été recueillis à sa clinique. *Dans tous ces cas, où la circulation de la veine porte avait été interrompue, la sécrétion biliaire n'avait pas cessé de se faire.*

Touchant la troisième question, relative à *l'influence de la veine porte sur la production du sucre dans le foie*, M. Oré a fait une série d'expériences qu'il résume ainsi :

« Dans une première expérience où j'ai observé une inflammation très-prononcée de la veine porte, inflammation qui avait occasionné la formation d'abcès dans le tissu du foie, *il n'existait pas de sucre dans son tissu*, car le liquide provenant de la décoction ne précipitait pas la liqueur de Barreswil. Or, dans sa huitième leçon, faite au Collége de France, M. Claude Bernard s'exprime ainsi (p. 180) : « Sous l'influence d'un état morbide, mais parti-

» culièrement sous l'influence d'un état fébrile aigu, le sucre n'est plus sé-
» crété par le foie et l'on n'en retrouve plus dans son tissu. »

» Dans la deuxième expérience, une partie du foie seulement était abcédée, le reste de l'organe paraissait sain. La décoction produite par la partie malade ne précipita pas la liqueur de Barreswil; l'autre, au contraire, donna un précipité très-abondant. Ne trouve-t-on donc pas dans cette affection aiguë, mais localisée, un fait analogue à ce que M. Bernard a observé dans les cas où des kystes, des hydatides ou des tumeurs de diverses natures se montrent dans le tissu du foie?

« D'autres altérations du foie, des kystes, des hydatides, des tumeurs de
» diverses natures, n'ont d'autre effet que de diminuer la masse de la sub-
» stance fondamentale du foie; car à côté de ces lésions on trouve des parties
» saines présentant du sucre dans des proportions ordinaires (1). »

» Dans la troisième expérience, *où depuis trente-quatre jours la veine porte était oblitérée*, et où par conséquent les matières absorbées dans l'intestin ne pouvaient plus arriver au foie, *la décoction obtenue immédiatement après la mort donna un précipité très-abondant d'oxyde de cuivre; donc, le foie contenait du sucre.*

» Ce fait ne démontre-t-il pas de la manière la plus péremptoire, combien la sécrétion du sucre est indépendante de l'alimentation, et ne justifie-t-il pas dès lors l'assertion de M. Claude Bernard ?

» Que devient, après cela, la doctrine physiologique par laquelle on a cherché à démontrer que le foie était un réservoir, un magasin où le sucre provenant de la transformation des matières féculentes, et à leur défaut de la viande, car on a admis qu'elle contenait ce produit, viendrait se déposer dans le tissu de cette glande par l'intermédiaire des veines mésaraïques et de la veine porte ?

» Mais si ces faits établissent d'une manière incontestable la propriété qu'a le foie de faire du sucre, ils se trouveront en désaccord avec ceux qui ont pour but de prouver que le sucre est produit *par les matières azotées neutres que les veines mésaraïques et la veine porte introduisent dans cet organe.*

» M. Claude Bernard, dans le but de déterminer à l'aide de quelles substances se forme le sucre hépatique, a soumis des chiens à une alimentation tantôt exclusivement azotée, tantôt exclusivement féculente.

» Ces expériences démontrent bien, en effet, que c'est aux dépens (2) des matières albuminoïdes que se forme le sucre hépatique; mais dans le cas d'une alimentation exclusivement féculente, on ne peut admettre que ce soient ces matières albuminoïdes qui le produisent, puisque l'animal n'en absorbe pas pendant la digestion. Ce sont alors les matières albuminoïdes du sang, albumine, fibrine, etc., qui ont donné naissance à ce produit. Mais dans l'oblitération complète de la veine porte, la fonction glycogénique a toujours persisté, et cependant le foie *ne recevait d'autre sang que celui qui provenait de l'artère hépatique. On est donc rigoureusement amené à conclure que c'est le sang artériel qui donne naissance au sucre hépatique*, et que sa sécrétion, comme celle de la bile, rentre dans cette loi générale :

» *Toutes les sécrétions puisent dans le sang artériel les matériaux qui servent à les former.* »

(1) *Journal des progrès des sciences médicales*, p. 126 et 127.

(2) Cl. Bernard, *Leçons de physiologie*, p. 139, 140, 142, 143, 144.

Pendant longtemps on a pensé que Bichat lui-même avait déclaré que la ligature de cette veine rendait impossible le maintien de la vie. Ces premières expériences de M. Oré semblèrent confirmer cette opinion ; cependant, les modifications qu'il a apportées au procédé opératoire lui ont permis de réaliser ce double résultat :

1° Oblitération de la veine;

2° Maintien de la vie et de la santé.

Ce n'est pourtant que dans six cas sur douze que ces résultats ont été complets. D'où cela vient-il? le voici : Les trois premières expériences ont été faites pendant l'hiver. La quatrième et la cinquième, où le résultat a été complet, furent faites à la même époque ; mais pensant que la température pouvait avoir quelque influence sur le succès de l'opération, il eut le soin de placer les deux chiens dans un appartement très-chaud et d'y maintenir toujours à peu près la même température. Les dernières ont été faites pendant les fortes chaleurs de l'été. La première et la dernière de la troisième série furent exécutées le même jour (8 juin). Pendant les trois premiers jours, les deux chiens furent à peu près dans les mêmes conditions; l'un d'eux sortit pendant la nuit et resta exposé à l'air dans une cour très-humide, et dès lors le résultat fut compromis. *Donc pour réussir, il faut avant tout soumettre les animaux à une température élevée, et les soustraire à toutes les variations atmosphériques. En deuxième lieu, il faut choisir des chiens jeunes ; c'est même une condition importante du succès.*

3° Il faut faire l'expérience rapidement et éviter autant que possible qu'il s'épanche du sang ou d'autres liquides dans la cavité abdominale.

4° Enfin, il faut avoir soin, lorsqu'on place la ligature autour de la veine, de ne pas trop presser sur sa paroi, afin que la circulation ne soit que peu ou même point troublée dès le début de l'expérience. Ce qui est plus à redouter, c'est la phébite de la veine-porte, qui, lorsqu'elle ne se localise pas, entraîne la formation d'abcès dans le foie. Lorsque cette phlébite se localise, au contraire, dans le point où la ligature est appliquée, elle contribue puissamment à produire l'oblitération du vaisseau.

Relativement au *rôle de la veine porte dans la nutrition du foie*, M. Oré s'exprime ainsi :

« Que l'on songe actuellement aux résultats de l'oblitération de la veine porte, et il sera rationnel d'admettre *que le foie s'approprie pour sa propre nutrition les éléments que le sang de cette veine lui abandonne en le traversant.*

» Dans tous les cas où j'ai obtenu des oblitérations complètes, j'ai observé deux faits qui sont constants : 1° la décoloration ; 2° une diminution sensible dans le volume du foie. Chez l'homme, on a de plus observé cette altération connue sous le nom de *cirrhose.* Or, la décoloration, l'atrophie, et enfin le changement dans la nature du tissu d'un organe, ne sont-ils pas des signes qui indiquent un trouble dans la nutrition ?

» *Je suis donc porté à admettre que la veine porte constitue le principal vaisseau nourricier du foie.* »

Les *conclusions générales* de son travail sont :

1° La veine porte joue un rôle important dans l'absorption, car c'est par elle que l'albuminose et la glycose résultant de la transformation des matières féculentes et albuminoïdes arrivent dans l'organisme.

2° Cette veine peut être oblitérée sans que la vie soit compromise, et alors ces substances pénètrent par des voies anastomotiques dont j'ai parlé dans mon mémoire.

3° Malgré l'oblitération de la veine porte, et bien qu'aucun vaisseau anastomotique ne la remplace, *la sécrétion biliaire continue*. Or, dans ces conditions, le foie ne recevant d'autre sang que celui qui provient de l'artère hépatique, il est évident que cette sécrétion, comme toutes les autres, puise ses matériaux dans le sang artériel.

4° La sécrétion du sucre par le foie persistant malgré l'oblitération complète, on est obligé de reconnaître que la production de la matière sucrée est, comme l'a établi M. Claude Bernard, une sécrétion propre du foie et complétement indépendante de l'alimentation.

5° L'expérience démontre que le sucre hépatique provient des matières albuminoïdes. Or, pendant l'abstinence, c'est aux dépens des substances albuminoïdes *du sang* qu'il se forme.

6° La sécrétion continuant malgré l'oblitération, n'est-on pas conduit à penser que c'est, dans ce cas, le sang de l'artère hépatique qui fournit au foie les matériaux de cette sécrétion ?

7° Enfin, la décoloration, l'atrophie et les changements dans la texture du foie qui surviennent à la suite de l'oblitération, semblent prouver que la veine porte est le principal vaisseau nourricier du foie, tandis que l'artère servirait d'une manière presque exclusive aux sécrétions qui s'y accomplissent.

Discutant enfin les faits d'oblitération morbide de la veine porte, observés chez l'homme et rassemblés par M. Gintrac (*Observations et recherches sur les oblitérations de la veine porte*, in *Journal de médecine de Bordeaux*, Bordeaux, 1856, in-8, p. 1, 61 et 132), M. Oré arrive à cette conclusion que : *Les oblitérations de la veine porte observées chez l'homme viennent confirmer, d'une manière évidente, les conséquences auxquelles l'avaient conduit les expériences pratiquées sur les animaux*. Cette confirmation des résultats obtenus à l'aide de la physiologie expérimentale par les faits cliniques recueillis chez l'homme malade, lui paraît à juste titre avoir une importance capitale.

Recherches expérimentales sur une nouvelle fonction excrémentitielle du foie, qui consiste en la séparation de la cholestérine du sang, en son élimination du corps sous forme de stercorine (la séroline de Boudet), par le docteur A. Flint, professeur de physiologie et de microscopie au collége de l'hôpital médical de Bellevue, à New-York, etc. (1).

Analyse par M. le docteur ZAMBACO,

ancien chef de clinique de la Faculté de médecine.

Après avoir passé rapidement en revue, dans les premières pages de son mémoire, les opinions des divers physiologistes sur la cholestérine, et avoir

(1) *Experimental Researches into a new excretory function of the liver, consisting in the removal of cholesterine from the blood, and its discharge from the body in the form of stercorine* (*the American Journal of the medical sciences*, for october 1862. New-York, in-4).

ainsi prouvé combien nos connaissances sont restreintes et incomplètes sur le rôle que joue cette substance dans l'économie, l'auteur aborde l'étude chimique de ce corps. Et d'abord M. Flint a, selon nous, un grand mérite qu'on est rarement appelé à constater dans les ouvrages de médecine anglais ou américains : c'est celui de mettre ses compatriotes au courant des travaux publiés en France sur l'objet de ses études.

Déjà cette première partie de son mémoire atteste les études faites par l'auteur à notre faculté. L'habileté qu'il a déployée pour instituer et amener à bonne fin ses expériences, témoigne en outre du parti qu'il a su tirer des conseils de quelques-uns de nos professeurs sous la direction savante desquels il a travaillé.

Ainsi dans sa partie historique, M. Flint cite tous les auteurs qui ont écrit sur la cholestérine depuis 1782, époque de sa découverte par Poulletier de la Salle.

Quant à la séroline, dit-il, elle est rarement mentionnée dans la plupart des ouvrages de physiologie parus depuis 1833, date de sa découverte par Boudet.

Afin d'établir que ses recherches ont bien porté sur un terrain jusqu'à lui inexploré, l'auteur emprunte les deux citations suivantes à la *Chimie anatomique* de MM. Robin et Verdeil : « Le rôle physiologique que remplit la cholestérine dans l'économie est inconnu. ..... On ne sait pas comment se forme la séroline, ni quel est son rôle physiologique. »

Avant de faire assister le lecteur aux divers procédés opératoires et à l'enchaînement des divers raisonnements qui ont conduit l'auteur à établir définitivement sa théorie, relatons ici, très-brièvement, le résultat de ses recherches et les espérances qu'il se croit en mesure d'y fonder. Ce que la découverte de la fonction de l'urée, dit M. Flint, a fait pour les maladies placées aujourd'hui sous le titre d'urémie, la découverte de la fonction de la cholestérine peut le faire pour les affections obscures qui peuvent être classées désormais sous le chef de cholestérine.

Selon les expressions de Blondlot, la bile paraîtrait être un simple excrément. Mais Schwann, Bidder et Schmidt n'ont jamais réussi à conserver un chien, opéré de la fistule biliaire, au delà de quelques semaines. Les animaux succombaient, comme on le sait, avec des phénomènes d'inanition. Aussi ces auteurs en ont-ils conclu que la bile sert principalement à la nutrition, et comme elle est déversée à la partie supérieure du tube digestif, qu'elle est probablement utile à la digestion. Pourtant Bidder et Schmidt ne nous disent pas quelle est cette fonction digestive de la bile. Et cependant, il n'y a pas de praticien qui ne sente tous les jours combien les usages de la bile sont importants. Mais la physiologie qui devait apprendre au médecin les usages de la bile, reste tout à fait muette à cet égard, de sorte que le médecin ne traite que d'une manière toute empirique les affections qui atteignent le foie.

De ce qui précède, on voit qu'il faut d'abord trancher une première question : à savoir, si la bile est un produit de sécrétion excrémentitielle ou récrémentitielle. Car parmi les auteurs également haut placés dans la science, les uns soutiennent la première opinion, tandis que les autres sont d'un avis diamétralement opposé.

Dans le but de se former une opinion exacte sur ce premier point, le docteur Flint a essayé d'établir des fistules biliaires sur des chiens. Ce n'est qu'après plusieurs échecs, l'auteur l'avoue très-humblement, qu'il est parvenu à pratiquer la fistule biliaire avec assez de rapidité et avec assez d'adresse,

pour n'amener aucune perturbation profonde dans les organes abdominaux.

Le procédé opératoire de M. Flint est le suivant : Après avoir découvert le conduit cholédoque, il y appose deux ligatures entre lesquelles il excise une partie de ce canal; il tire alors le fond de la vésicule biliaire, il y pratique une excision et attache les bords de ce réservoir à la plaie cutanée par des points de suture interrompue. C'est, comme on le voit, le procédé recommandé par M. Blondlot; mais contrairement à ce dernier physiologiste, M. Flint opère pendant que l'animal est à jeun, la vésicule étant alors presque vide, on éviterait plus aisément l'écoulement de la bile dans le péritoine. Les animaux opérés par M. Flint succombaient à l'inanition trente-huit jours environ après l'opération.

Voici un fait important :

Sur un chien, après avoir procédé comme plus haut, au lieu d'exciser une partie du canal cholédoque, M. Flint y a fait une incision par laquelle il a introduit un tube d'argent, dans le but de recueillir et de mesurer la quantité de bile sécrétée pendant vingt-quatre heures. Mais quarante-huit heures après l'opération, le tube tomba à l'extérieur; la bile a cessé alors de couler sur la peau, et l'animal jouissait de la plénitude de sa santé. Trente jours après, l'animal est tué par la section du bulbe. A l'examen nécroscopique il a été d'abord impossible à l'auteur, et cela pendant longtemps, de trouver une communication entre la partie supérieure du conduit cholédoque et l'intestin. Mais après de patientes recherches, soutenues par la certitude que la bile a coulé nécessairement dans le tube intestinal, puisqu'il n'y avait pas d'autre voie d'écoulement, M. Flint a fini par découvrir une communication. De ce fait, il conclut que très-probablement chez le chien de Blondlot, qui a vécu cinq ans avec une fistule biliaire conduisant à l'extérieur *toute la bile*, une communication rétablie et qui aurait échappé à l'autopsie, déversait dans les intestins une grande partie de ce liquide. On sait que M. Blondlot attribue la conservation du chien à l'impossibilité dans laquelle a été mis l'animal de lécher la bile. Chez le chien, dit M. Flint, le conduit cholédoque a une grande tendance à se rétablir. Il en est de même du conduit pancréatique. On ne serait donc pas en droit de conclure, avec M. Blondlot, que la bile est inutile dans l'acte de la digestion. La conviction de l'auteur est même tout à fait opposée à l'opinion émise par ce physiologiste, ce qu'il prouvera, dit-il, dans un autre mémoire.

De même que l'urée est la substance la plus importante parmi celles qui sont excrétées par les reins, de même la cholestérine est le corps le plus important parmi ceux sécrétés par le foie.

La fonction dépurative du foie est donc étroitement liée à l'étude de cette substance. Aussi l'auteur essayera-t-il d'établir dans quelle partie de l'économie se forme la cholestérine, quel est l'organe chargé de son élimination, quelles sont les modifications qu'elle subit en traversant le canal alimentaire, et finalement quels sont les effets de l'interruption de cette fonction excrémentitielle du foie sur l'économie. Une foule de maladies peuvent en effet provenir, dit-il, d'une perturbation dans l'excrétion fonctionnelle de l'organe hépatique.

M. Flint espère même être parvenu à tirer une ligne de séparation entre les conditions dans lesquelles il y a une résorption simplement de la matière jaune, de la bile (ictère simple), et les maladies dans lesquelles il y a défaut de séparation de la masse du sang des substances excrémentitielles de la bile (ictère grave).

En analysant le sang veineux provenant d'une phlébotomie du bras chez

trois prisonniers soumis au même régime et qui avaient pris leur repas en même temps, M. Flint a trouvé :

Chez le premier	0,445
Chez le second (homme de couleur)	0,658
Chez le troisième	0,751

(Peut-être n'aurait-il pas été sans intérêt de savoir combien de temps après le repas ces saignées ont été pratiquées.) Ainsi M. Flint a trouvé de cinq à huit fois plus de cholestérine dans le sang que Rodier et Becquerel. Cette différence notable entre lui et ces derniers auteurs, doit être attribuée à ce qu'il a opéré, comme nous l'avons dit plus haut, sur tout le sang; tandis que Becquerel et Rodier n'ont analysé que le sérum.

Conclusions. Il y a plus de cholestérine dans le sang qu'on n'en a signalé jusqu'à présent dans l'état de santé ; la proportion de cette substance peut varier considérablement d'une personne à une autre.

M. Flint est le premier qui ait recherché la cholestérine dans le caillot du sang en même temps que dans le sérum. Les auteurs qui l'ont précédé dans cette voie se sont tous bornés à isoler uniquement la cholestérine du sérum.

Arrivons aux usages de la cholestérine.

La cholestérine, dit M. Flint, est un produit excrémentitiel formé en grande partie par la désassimilation du cerveau et des nerfs, séparé du sang par le foie et déversé à la partie supérieure de l'intestin grêle avec la bile. Ce produit est transformé, dans son passage au travers le canal alimentaire, en *stercorine* qui est rejetée par le rectum. Plusieurs auteurs ont déjà dit que la cholestérine est une substance *usée*. Parmi ces auteurs, les uns croient que, formée dans le cerveau, elle est emportée par le sang; tandis que les autres pensent que, formée dans le sang, elle est déposée dans le cerveau. Nous savons que la cholestérine existe dans le cerveau et dans les nerfs en plus grande quantité que partout ailleurs. Car, bien qu'on l'ait signalée dans le foie (probablement à cause de la bile que cet organe contient toujours) et même dans le cristallin, c'est dans le système nerveux et dans le sang qu'on l'a trouvée surtout. Pour opter entre les deux opinions qui précèdent, M. Flint a pensé, et avec raison, qu'il fallait rechercher quelle est la quantité de cholestérine dans le sang qui se rend au cerveau et dans celui qui sort de cet organe. Dans ce but, il a pris sur des chiens le sang de la veine jugulaire interne, celui de la carotide, de la veine cave, des veines hépatiques, de l'artère hépatique et de la veine porte.

Après avoir desséché et pulvérisé à part le sang provenant de chacun de ces vaisseaux, ainsi qu'une partie du cerveau et de la bile vésicale, M. Flint les a traités par l'éther. Il a ensuite évaporé et épuisé le résidu avec de l'alcool bouillant. Puis il abandonna les liquides à l'évaporation spontanée après laquelle il les examina au microscope. Il a pu constater alors que le résidu de la bile et celui du cerveau étaient formés de cholestérine presque pure.

Le sang de la carotide contenait au premier aspect un grand nombre de cristaux de stercorine (séroline), mais point de cholestérine. Ce n'est qu'en soumettant ce même résidu, onze jours plus tard, à un nouvel examen qu'il a pu y trouver quelques cristaux de cholestérine. M. Flint a aussi constaté que les cristaux provenant du cerveau sont plus minces et plus allongés que

ceux obtenus des autres parties du corps. Ce fait a déjà été signalé par M. Ch. Robin.

Le sang de la veine jugulaire interne, contrairement à celui de la carotide, était très-riche de cholestérine; il contenait en outre beaucoup de cristaux de stercorine.

Le sang de la veine cave, examiné onze jours après qu'il a été retiré de la veine, a montré au microscope une grande quantité de stercorine et quelques rares cristaux de cholestérine.

Il est établi par ces expériences que le sang revenant du cerveau contient bien plus de cholestérine que celui qui s'y rend; que le sang revenant des extrémités inférieures est aussi plus riche en cholestérine que le sang artériel dont la composition doit être considérée comme identique pour tout le corps.

Dans une autre expérience quantitative dans laquelle le chien a été anesthésié, l'analyse chimique a montré que le sang de la carotide contenait :

Pour 1000 parties. — Cholestérine.	0,774
Celui de la veine jugulaire interne.	0,801
Celui de la veine fémorale.	0,806

M. Flint, pensant que l'anesthésie pourrait bien entraver les nutritions de l'encéphale, répéta la même expérience sur d'autres animaux sans avoir recours aux anesthésiques.

Effectivement, le sang sortant de l'encéphale était alors bien plus riche en cholestérine que celui des autres régions. Ainsi, dans sa cinquième expérience, le sang de la carotide contenait :

Pour 1000. — Cholestérine.	0,967
Celui de la veine jugulaire interne.	1,545
Celui de la veine fémorale.	1,028

De ces expériences M. Flint conclut que *la cholesterine est formée dans le cerveau d'où elle est absorbée par le sang.*

Le sang veineux des membres inférieurs serait plus riche en cholestérine que le sang artériel, parce que le système musculaire est très-riche en nerfs, qui, avec le cerveau, sont les organes producteurs de la cholestérine.

S'il est vrai que la cholestérine provienne de ces produits de désassimilation du système nerveux, la production devra être proportionnée à l'activité de nutrition des nerfs. Partant de cette idée, M. Flint a examiné le sang veineux des membres paralysés.

Chez trois malades, le sang veineux provenant des membres paralysés a été comparé au sang veineux des membres opposés qui étaient sains. Cet examen n'a fait constater aucun cristal de cholestérine dans le premier, tandis que le second contenait presque la quantité normale.

Le foie est la seule glande dont le produit contienne de la cholestérine. Il s'agissait donc de savoir si cette substance est fabriquée par cet organe même, ou bien si celui-ci ne fait que la séparer de la masse du sang.

C'est encore à l'expérience que M. Flint eut recours pour éclairer cette question.

Le sang des veines hépatiques renferme, selon les expériences de Carter,

beaucoup moins de cholestérine que le sang de l'artère hépatique. Donc, à mesure que la cholestérine est formée par le système nerveux, elle est reprise par le sang qui s'en débarrasse en traversant le foie.

La bile, dit M. Flint, offre tous les caractères d'une sécrétion en même temps que ceux d'une excrétion. En effet elle contient le glycocholate et le taurocholate de soude, substances qui sont formées dans le foie même, comme la pancréatine, par exemple, est sécrétée par le pancréas.

Mais elle contient, en outre, de la cholestérine et d'autres produits qui, préexistant dans le sang, sont simplement éliminés par le foie, voilà pourquoi la bile est sécrétée, même pendant l'hibernation, et chez le fœtus, avant qu'aucune nourriture ait été prise, et avant la formation d'aucun autre fluide digestif. Ce caractère appartient en commun avec l'urine, et classe la bile parmi les excrétions.

Reste maintenant à savoir ce que devient la cholestérine une fois séparée du sang par le foie, et déversée dans la partie supérieure de l'intestin.

Plusieurs auteurs ont répété que la cholestérine a été rencontrée dans les fèces. Mais lorsque M. Flint a voulu savoir quelle était la source de cette opinion, quel est l'auteur qui a contesté la présence de la cholestérine dans les matières fécales, il lui a été impossible d'y parvenir. Ainsi, ni Simon, ni Marcet n'ont pu la rencontrer dans les excréments. En cherchant la cholestérine dans les fèces, M. Flint y a trouvé une quantité considérable de séroline qu'il propose d'appeler *stercorine*, par cela même qu'on la trouve abondamment dans ces matières ; cette substance, traitée par l'acide sulfurique concentré, prend une couleur rouge, réaction qu'elle partage avec la cholestérine, elle cristallise en aiguilles fines, offrant parfois çà et là des varicosités qui leur dessinent l'aspect d'un chapelet (Boudet). Cette forme des cristaux est attribuée par MM. Verdeil et Robin à la présence de quelques globules gras. Becquerel et Rodier n'ont jamais rencontré la séroline dans une proportion supérieure à 0,60 sur 1000 parties de sérum. La moyenne, selon ces auteurs, est de 0,20 à 0,25. M. Flint serait porté à croire que la stercorine (séroline) n'existe pas dans le sang, comme élément constitutif ; mais qu'elle est le produit de la transformation de la cholestérine, transformation occasionnée par les procédés opératoires. Voici comment s'y prend M. Flint pour extraire la stercorine. Il évapore les fèces jusqu'à sécheresse, les pulvérise, les traite par l'éther dont il prolonge l'action pendant vingt-quatre heures, en en empêchant l'évaporation, puis il filtre sur du noir animal, et il ajoute une nouvelle quantité d'éther ; le liquide qui passe est clair et d'une couleur d'ambre. L'éther est alors évaporé ; il fait bouillir le résidu avec de l'alcool, il évapore l'alcool ; il traite le résidu avec une solution de potasse caustique, en maintenant le tout pendant une à deux heures à une température inférieure à l'ébullition. Cette dernière opération dissout toutes les graisses saponifiables ; il jette alors le tout sur un filtre, et il lave à grande eau, le résidu est de nouveau desséché à une température modérée, puis lavé avec de l'éther qu'on évapore ; on traite encore avec de l'alcool bouillant et l'on évapore de nouveau : le résidu est alors composé de *stercorine pure*.

La *stercorine* de M. Flint ne doit pas être confondue avec l'*excrétine* de Marcet. Celle-ci entre en fusion à 77 degrés environ, et cristallise dans l'éther. La stercorine entre en fusion à 37 degrés centigrades et ne cristallise pas dans une solution éthérée.

La *stercorine* ou *séroline*, nous l'avons vu, a déjà été trouvée dans le sang en très-petite quantité, mais elle n'existe dans aucun des liquides déversés

dans le conduit digestif. La cholestérine, qui lui ressemble sous tant de rapports, se trouve au contraire dans la bile. Le fait de la disparition presque totale de la cholestérine dans les fèces, serait déjà une probabilité en faveur de sa transformation en *stercorine*. La cholestérine existe en abondance dans le méconium ainsi que dans les fèces des animaux hibernants. C'est que la production de la bile chez le fœtus et son écoulement dans l'intestin précèdent la formation des autres liquides digestifs, ainsi que l'introduction de tout aliment dans le canal digestif. Mais aussitôt que les autres fluides digestifs ont été sécrétés, et que le canal digestif a reçu des aliments, la cholestérine disparaît et la stercorine commence à paraître. La même chose a lieu pendant la léthargie des animaux hibernants, c'est-à-dire lorsque la digestion est interrompue.

La cholestérine n'existerait donc pas dans les fèces normales, parce qu'elle s'est transformée en stercorine. A l'appui de sa manière de voir, l'auteur donne le fait suivant. Les matières fécales, décolorées, d'un ictérique, n'ont offert à l'analyse aucune trace de stercorine. Aussitôt que la jaunisse a commencé à disparaître et que la bile a repris son cours dans l'intestin, c'est-à-dire que les fèces ont repris leur couleur normale, la stercorine a reparu dans les garderobes. Enfin, M. Flint trouve une nouvelle preuve en faveur de son opinion, dans ce que la proportion de la stercorine rejetée pendant vingt-quatre heures, est presque égale à la quantité de cholestérine que l'on admet comme devant se produire quotidiennement.

Nous avons donc vu :

1° Que la cholestérine provient de la désassimilation de la matière nerveuse ;

2° Qu'elle est séparée du sang par le foie ;

3° Que, déversée à la partie supérieure du canal intestinal, elle se trouve transformée par le travail digestif en stercorine, et est ainsi rejetée par le rectum.

Dans un nouveau chapitre, M. Flint essaye d'appliquer à la pathologie ce que la physiologie lui a enseigné relativement à la cholestérine.

De même, dit M. Flint, que l'accumulation de l'urée dans le sang tue avec les symptômes que l'on désigne sous le nom d'*urémie*, de même l'assimilation de la cholestérine dans ce liquide constitue la cholestérine que l'on observe par exemple dans l'ictère grave. Dans les cas de jaunisse simple, il n'y avait que résorption de la matière colorante de la bile.

L'analyse chimique du sang d'un malade atteint de cirrhose et qui a succombé dans une stupeur prolongée, lui a démontré une augmentation considérable de cholestérine dans ce liquide. C'est là un fait évident de cholestérémie pour l'auteur. Le foie ne sécrétant plus de bile à cause de sa désorganisation, la cholestérine s'est accumulée dans le sang.

D'ailleurs Becquerel et Rodier auraient trouvé dans un cas de ce genre, une quantité considérable de cholestérine dans le sang (1,850 sur 1000).

Ainsi donc : la cholestérine augmente considérablement dans le sang des malades atteints de cirrhose, ce qui montre que le changement de la structure du foie intervient dans l'élimination de cette substance. L'analyse chimique a prouvé à M. Flint que, dans ces cas, la stercorine a diminué proportionnellement dans les fèces, nouvelle preuve que la cholestérine n'est pas déchargée en quantité normale dans le canal alimentaire.

On sait que Frerichs a déjà décrit sous le nom d'*acholie* la suppression des usages du foie, et qu'il attribue à cette suppression même les accidents cérébraux

qui surviennent parfois à la fin de la cirrhose, tels que délire bruyant, spasmes, etc. M. Flint décrit ce même état sous le nom de *cholestérémie* et l'attribue à l'accumulation de la cholestérine dans le sang. La cholestérine existerait tantôt avec, tantôt sans jaunisse. Si, dit-il, dans toute cirrhose, il n'y a pas cholestérémie, c'est que tout le foie n'est pas désorganisé et qu'une partie de l'organe suffit pour l'élimination de la cholestérine ; de même que dans la dégénérescence ou l'ablation d'un rein, l'organe restant continue à éliminer l'urée.

Dans un cas de cirrhose grave, M. Flint a trouvé 0,922 de cholestérine sur 1000 parties de sang, tandis que dans un cas de cirrhose bénigne, il n'a trouvé que 0,246.

En résumé, la cholestérine est produite dans le système nerveux, d'où elle est emportée par le sang, pour être rejetée de l'économie avec la bile. Si cette séparation n'a pas lieu, il y a accumulation de cholestérine dans le sang et empoisonnement de l'organisme, ou cholestérémie.

La bile est un liquide qui offre en même temps les caractères des sécrétions et ceux des excrétions : elle tient aux sécrétions, par la présence du glycocholate et du taurocholate de soude, qui ne préexistent pas dans le sang et qui, servant à l'organisme, n'en sont pas éliminés; d'une autre part, elle appartient aux excrétions, parce qu'elle débarrasse le sang de la cholestérine qui est un produit d'excrétion. Si le flux de la bile se continue, bien que moins abondant, entre les digestions, c'est pour séparer du sang une substance que ce liquide reçoit constamment.

Dans l'état normal, les fèces ne contiennent pas de cholestérine, mais de la stercorine (séroline), qui n'est qu'une transformation de la cholestérine. Cette transformation ne s'opère pas lorsque la digestion n'a pas lieu. En effet, ce n'est pas de la stercorine que l'on trouve dans le méconium, et dans les fèces pendant l'hibernation, mais de la cholestérine ; il en est de même des excréments des animaux soumis à un jeûne prolongé.

S'il y a des ictères graves et des ictères bénins, c'est que dans les premiers cas, il n'y a qu'obstruction de la bile, tandis que sa sécrétion est supprimée dans les seconds. Dans les premiers cas, la bile est retenue dans ses conduits excréteurs et sa matière colorante seule est absorbée. Tandis que dans l'ictère grave la cholestérine est retenue dans le sang et agit comme poison.

Dans l'ictère simple, lorsque la bile n'est pas déversée dans l'intestin, les matières fécales sont décolorées et elles ne contiennent pas de stercorine.

Nouvelles recherches expérimentales sur l'absorption cutanée, par le docteur A. Willemin, vice-président de la Société de médecine de Strasbourg, etc. (*Archives générales de médecine*, Paris, mai 1864, 31 pages).

Extrait par M. Ch. ROBIN.

L'auteur, après avoir discuté les résultats obtenus par les physiologistes qui se sont occupés de ce sujet avant lui, expose en détail chacune de ses expériences, toutes faites avec le plus grand soin.

En résumant celles-ci, on voit qu'il a été pris 31 bains, savoir : 13 bains simples, 8 bains alcalins, 5 salins, 5 avec glycérine et iodure de potassium, 2 avec glycérine seule.

Quant aux modifications que ces bains ont fait subir au poids du corps, on a regardé comme nulles les différences qui ne portent que sur 1 à 5 grammes en plus ou en moins du poids primitif.

				Stationnaire.	Diminué.	Augmenté.
Après 13	bains	simples,	le poids a été	8 fois.	4 fois.	1 fois.
8	—	alcalins,	—	5 —	2 —	1 —
5	—	salins,	—	2 —	3 —	»
3	—	iodurés,	—	2 —	»	1 —
2	—	glycérinés,	—	1 —	1 —	»
				18	10	3

Si l'on rapporte ces différents résultats à chacun des sujets qui les ont fournis : on trouve :

NUMÉROS d'ordre.	NOMBRE de bains.	POIDS stationnaire.	NATURE des bains.	POIDS diminué.	NATURE des bains.	POIDS augmenté.
Moi.	7	5	2 bains simples, 2 alc., 1 iod. .	1	Eau distillée. . .	1 eau dist.
N° 1.	4	2	1 b. alc., 1 iod.	2	1 simple, 1 sal.	
N° 2.	4	3	2 simples, 1 alc.	1	Bain salin.	
N° 3.	4	3	Simple, alcalin, salin.	. . . . . .	. . . .	1 glycér.
N° 4.	1	. . . . . .	. . . .	1	Bain alcalin.	
N° 5.	1	. . . . . .	. . . .	. . . . . .	. . . .	1 alcalin.
N° 6.	3	2	Simple, salin. . .	1	Bain alcalin.	
N° 7.	4	1	Bain simple. . . .	3	*Chaud*, salin. 1 glycér.	
N° 8.	1	. . . . . .	. . . .	1	Bain simple.	
N° 9.	2	2	Simple, glyc. . .			
	31	18		10		3

« Dans les cas où le poids du corps s'est trouvé diminué après le bain, quelle a été la perte éprouvée ? Elle était assez faible en général, de 5, 10, 15 ou 18 grammes, après un séjour de 30 à 35 minutes dans le bain. Un des sujets, le n° 1, a subi des pertes exceptionnelles de 25 et 37 grammes après un bain alcalin et après un bain simple, dont la température était peu élevée (31 à 33°,5) et la durée de 30 à 40 minutes. Un autre étudiant a perdu, en 32 minutes, 57 grammes de son poids ; mais il avait déjeuné avant de se mettre au bain. Enfin, à la suite d'un bain à 38 degrés, de 39 minutes de durée, qui a déterminé une diaphorèse abondante, nous avons une perte considérable de 478 grammes. »

Les augmentations absolues de poids ont été légères, n'ayant pas dépassé 7, 8 et 15 grammes.

« Nous avons pu, dit M. Willemin, par des pesées répétées, nous assurer de ce que perdait à l'air chacun de ceux qui ont concouru à nos expériences ; ce chiffre a varié entre 29 et 47 grammes par heure, le matin avant déjeuner : la moyenne a été de 40 grammes ; plusieurs heures avant le déjeuner, elle était de 60 grammes. Or, en admettant que durant le bain l'activité de la respiration fût diminuée et la perte par le poumon moindre qu'à l'air, il est certain que pour compenser cette perte et avoir conservé, après 40 ou 50 minutes d'immersion dans le bain, le poids que l'on avait en y entrant, il a fallu absorber de l'eau.

» En effet, l'exhalation par la peau continue-t-elle dans un bain tiède dont la température ne dépasse pas 35 degrés ? La onzième expérience le démontre péremptoirement : à la suite de deux bains, dont la durée a été de 30 et de 50 minutes, l'eau distillée s'est chargée de 99 centigrammes de chlorure de sodium. Ce résultat confirme celui auquel était arrivé M. Barral, qui, dans un bain à 38 degrés, avait éliminé 1 gramme de ce sel. Or, si l'on s'en rapporte aux analyses de la sueur faites par M. Favre (voy. *Archives gén. de méd.*, 1853, 5e série, t. II, p. 1), on voit que 0gr,99 de chlorure sodique représentent 453 grammes de sueur émise. Ce poids, qui aurait été perdu dans les deux bains et principalement pendant le second, devrait avoir été compensé par une égale absorption d'eau, sans compter celle qui a été nécessaire pour remplacer le poids perdu par l'exhalation pulmonaire. »

Mais, si le fait de l'absorption dans le bain est incontestable, le doute commence lorsqu'on cherche à fixer les conditions qui favorisent le phénomène. En jetant les yeux sur le premier tableau, qui récapitule nos expériences, on voit que des bains diversement composés n'ont pas fourni, quant aux modifications du poids du corps, des résultats bien différents les uns des autres. Si, dans un bain à 38 degrés il y a eu diaphorèse abondante, suivie d'une perte notable de poids, trois bains à 37 degrés ont été pris pendant 24, 29 et 36 minutes, sans que le poids ait diminué.

A la suite de bains d'eau distillée, M. Willemin a perdu du poids avec une température fraîche, et en a gagné avec une température plus élevée.

De nouvelles expériences sont nécessaires pour établir l'influence que peuvent exercer sur ce phénomène les conditions météorologiques.

Si les expériences de pesées exactes démontrent la réalité du phénomène de l'absorption de l'eau, il en est une (la quinzième) qui prouve tout aussi manifestement que, parmi les substances solubles, l'iodure de potassium est également absorbé. Les urines, analysées avant l'expérience, ne contenaient pas trace d'iode ; on plonge les jambes dans un bain ioduré ; un chimiste habile procède à la recherche du métalloïde dans les urines rendues à la suite de ce bain, il emploie des réactifs dont la pureté est éprouvée ; et dans ces urines, préalablement distillées, l'iode apparaît. Dans des expériences de l'an passé, M. Hepp a retrouvé également dans l'urine le ferrocyanure de potassium, à la suite de bains où l'on avait introduit ce sel.

Des modifications de l'urine à la suite des bains. — Parmi les modifications que l'urine éprouve à la suite des bains, il en est deux surtout qui ont été recherchées dans celle de la réaction et celle de la densité de ce liquide. Les analyses faites par M. Hepp ont montré que la proportion de l'urée, ainsi que celle des matières solides, notamment du chlorure de sodium, diminue à peu près constamment après un bain simple ou minéralisé.

1° *Réaction.* — Il a été pris 13 bains simples : dans 3 cas, l'urine, alcaline auparavant, est restée alcaline 2 fois, et 1 fois est devenue plus alcaline. Très-acide 2 fois, elle l'était restée après le bain, mais 1 fois l'acidité avait diminué ; ces deux faits se rapportent au n° 2, dont l'urine, toujours très-acide, a dans tous les cas conservé sa réaction. Restent 8 bains où l'urine, acide auparavant, est devenue neutre 1 fois, et alcaline 7 fois.

Les bains alcalins ont été au nombre de 8 : 1 fois neutre auparavant, l'urine est restée neutre à la sortie du bain ; acide 7 fois, 2 fois elle est devenue neutre, et 5 fois elle a conservé sa réaction.

Le relevé des observations de M. Willemin, à Vichy, a fait voir que sur 34 cas où l'urine était acide avant le bain, elle est devenue légèrement alcaline 2 fois, neutre 8 ; elle est restée acide 24 fois.

Pour les 5 bains additionnés de chlorure de sodium, 3 fois alcaline avant le bain chez des jeunes gens jouissant d'ailleurs d'une bonne santé, elle est restée alcaline après ; 2 fois acide, elle est devenue 1 fois moins acide, 1 fois neutre.

A la suite des 3 bains iodurés additionnés de glycérine, il y a eu tendance à l'alcalinité : 1 fois l'urine est devenue moins acide, 1 fois alcaline, et dans un dernier cas, d'alcaline qu'elle était au début, elle est devenue plus alcaline. Enfin, à la suite de 2 bains simplement glycérinés, l'urine, alcaline auparavant dans les deux cas, a gardé sa réaction ; seulement, dans un cas, celle-ci avait augmenté.

Dans trois des séances faites le matin à l'air pour estimer la perte du poids éprouvée dans un temps donné, l'urine d'acide devint alcaline 2 fois, et 1 fois neutre.

2° *Densité de l'urine après le bain.* — Sur 28 cas où la densité a été prise avant et après le bain, deux fois elle est restée stationnaire chez le n° 1, à la suite d'un bain d'eau douce d'une demi-heure de durée ; et sur l'auteur, à la

suite d'un bain rendu alcalin par du savon de potasse. (Dans le premier cas, l'urine acide était devenue alcaline ; sur l'auteur elle avait conservé sa réaction primitive.)

Cinq fois la densité augmenta, mais dans des circonstances exceptionnelles. Sur l'auteur, à la suite d'un bain de vapeur, elle a d'abord diminué contrairement à ma prévision (de 1019 à 1018) ; à la sortie du bain froid que je pris ensuite, elle s'éleva à 1021. Après une séance à l'air, la densité avait augmenté ; elle continua à augmenter dans le bain alcalin qui suivit, et pour lequel la réaction, neutre au début, se maintint telle. Elle devint également plus considérable à la suite de chacun des deux bains d'eau distillée, après lesquels il avait éprouvé pour l'un une perte de poids, pour l'autre une légère augmentation.

La densité augmenta enfin (de 1020 à 1022) chez un jeune homme qui prit un bain très-chaud, où il perdit 478 grammes de son poids.

Dans les 21 cas restants, il y a eu une diminution, quelquefois considérable, à savoir : de 1029 à 1014,5 (bain simple), de 1025 à 1007 (bain alcalin), de 1007 à 1003 (bain salin).

Dans quatre de ses séances assises à l'air, il est arrivé qu'au bout d'une demi-heure la densité de l'urine avait légèrement augmenté, avec des changements divers dans la réaction du liquide.

Les observations faites à Vichy ont fait voir à M. Willemin, sur 36 malades, une constante diminution de la densité de l'urine, sauf chez un seul, où elle est restée stationnaire.

Conclusions. — L'absorption de l'eau dans les bains simples ou diversement minéralisés est mise hors de doute par des pesées exactes faites avant et après le bain.

Ces pesées ont montré qu'à la sortie d'un bain tiède, de 30 à 45 minutes de durée, le poids du corps reste le plus souvent stationnaire; dans le tiers environ des cas, il subit une faible diminution qui est généralement très-inférieure au poids que le sujet perd dans un même temps à l'air libre. L'augmentation absolue de poids à la suite est plus rare et faible aussi.

« L'analyse chimique démontre que dans un bain tiède l'exhalation cutanée continue à se faire.

» L'absorption de l'eau me semble influencée ni par la composition ni par la densité du liquide employé ; elle varie surtout avec les conditions physiologiques.

» L'absorption de l'iodure de potassium dissous dans le bain, est démontrée par l'analyse chimique des urines rendues à la suite de bains où l'on introduit 100 grammes de ce sel ; avec une moindre portion d'iodure (30 grammes par bain), on ne retrouve point d'iode dans l'urine.

» A la suite de bains simples, d'acide qu'elle était, l'urine devient généralement alcaline. Après un bain alcalin, elle conserve le plus souvent sa réaction acide.

» A la suite de bains simples ou minéralisés, la densité de ce liquide est presque constamment diminuée.

SUR LES

CONDITIONS DE L'OSTÉOGÉNIE

AVEC OU SANS CARTILAGE PRÉEXISTANT

Par M. Ch. ROBIN

Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris, etc.

(*Suite et fin.*)

§ III. — Sur le siége précis de l'apparition du premier point osseux des os longs.

Le point d'ossification des cartilages précédant l'humérus, le radius, le cubitus (pl. XV, fig. 5, *h*), le fémur, le tibia et le péroné, commence sous forme d'une tache grisâtre, devenant bientôt un petit point opaque (*i. d*). Ce point débute au milieu de la longueur de ces cartilages, milieu qui en est la partie la plus mince. Ce n'est pas au centre du cylindre qu'il apparaît, mais à son côté interne, presque immédiatement sous le périchondre qui deviendra périoste (fig. 5 et 6, *d*, *h*, *i*, *r*, *p*, et pl. XVII, fig. 2, *y* et *v*) ; à cette époque celui-ci est encore formé de corps fibro-plastiques fusiformes ; par la direction de ces derniers et par la teinte plus foncée de la mince couche qu'ils forment, il tranche sur la substance transparente du cartilage et sur les chondroplastes arrondis ou ovoïdes, courts, dont elle est parsemée. Ce point osseux est en forme de cône, à sommet mousse tourné vers l'axe du cartilage que d'abord il n'atteint pas, et sa base s'arrête net où cesse le cartilage sans empiéter sur le périoste. *Elle en est séparée d'abord par une très-mince épaisseur de cartilage* (*y*), mais plus tard elle le touche (pl. XV, fig. 5, *d*, et pl. XVII, fig. 1, *s*). Cette base s'élargit à mesure que le sommet gagne du côté opposé (pl. XV, fig. 5, *d*), pour dépasser bientôt l'axe du cartilage et atteindre le périchondre du côté externe de l'organe, au côté diamétralement opposé à celui où la tache osseuse a débuté (fig. 6, *n*). Lorsque le point osseux atteint ce côté opposé, il s'est tellement élargi à sa base, qu'il a perdu sa forme conoïde pour

prendre celle d'un disque séparant le cartilage en deux moitiés, l'une supérieure, l'autre inférieure (pl. XVII, fig. 1, *s*).

Dès l'époque où ce point osseux conique a empiété sur les deux tiers de l'épaisseur du cartilage, sa base est assez large pour qu'il ait déjà l'air d'un disque, surtout si au lieu de regarder l'organe en voie d'ossification par l'une de ses faces antérieure ou postérieure, il est placé de manière que cette base soit tournée sous le microscope vers l'œil de l'observateur.

Ce point osseux apparaît et s'avance dans le cartilage sous forme de cône aplati de haut en bas; il atteint le côté opposé et prend la forme d'un disque complet au milieu de l'os dont le cartilage préexistant est ainsi divisé en deux moitiés, avant que ce cartilage, le périchondre et ce point osseux lui-même possèdent des capilaires et de la moelle.

La substance du sommet du cône osseux qui empiète de plus en plus sur le cartilage est éloignée de tout périoste pendant cette progression, et ne peut être considérée comme produite par celui-ci. Il en est de même des faces supérieure et inférieure de ce point osseux médian quand il a pris la forme d'un disque qui s'épaissit de plus en plus pour constituer bientôt un cylindre osseux diaphysaire, à mesure que ces deux faces empiètent sur le cartilage en s'avançant vers les extrémités épiphysaires ou articulaires.

Au fond ici encore ce fait rentre dans le cas de l'autogénèse osseuse, ayant seulement lieu au sein du cartilage et non au milieu du tissu embryoplastique bordant la bouche, par exemple, ou du tissu fibreux des parois encéphaliques; et dans ce cas là pas plus que dans ceux-ci on ne peut saisir la production ou sécrétion de l'os par un autre tissu, tel que le périoste, par exemple, ni le passage du noyau des corps fibro-plastiques de ce dernier à l'état d'ostéoplastes.

Je noterai en dehors du sujet précédent que d'un embryon à l'autre on trouve des différences sensibles touchant l'ordre de l'apparition de ces points osseux. Quant à l'époque de leur apparition, la plupart des auteurs la font de cinq à huit jours plus récente qu'elle n'est en réalité, ainsi que le montrent les renseigne-

ments précis que parfois on peut prendre à cet égard. Sur un embryon long de 24 millimètres du périnée au vertex la petite plaque triangulaire osseuse représentant la mâchoire supérieure à son début était longue de 1 demi-millimètre; le point osseux de la mâchoire inférieure était grêle, long de 1 millimètre; celui du cartilage de la clavicule occupait toute l'épaisseur de celle-ci et était long de 1 millimètre. Le point osseux conoïde placé au côté cubital du cartilage de l'humérus n'empiétait pas au delà de la moitié de l'épaisseur de ce cartilage. Un point osseux de même forme existait sur le milieu de la longueur du cartilage du radius à son bord cubital et n'empiétait pas jusqu'au milieu de son épaisseur. A ce niveau le bord opposé du cubitus présentait à la loupe et sous le microscope une petite tache grisâtre, plus foncée que le reste du cartilage, mais non opaque.

Un point osseux formant un petit disque occupait toute l'épaisseur du milieu du fémur (pl. XV, fig. 6, *n*) et était un peu plus épais au côté interne de cet organe qu'au côté externe. Sur la face interne du cartilage du tibia existait un point osseux conoïde (*p*) empiétant déjà sur les deux tiers de la partie moyenne de ce cartilage. Le bord tibial ou interne du cartilage du péroné montrait vers le milieu de sa longueur une tache grisâtre demi-transparente analogue à celle indiquée plus haut sur le cubitus, mais plus foncée (*r*).

Sur un embryon déjà long de 30 millimètres depuis le périnée jusqu'au vertex, les petites lames osseuses triangulaires du maxillaire supérieur étaient longues de 1 millimètre; celles plus allongées, presque quadrilatères, du maxillaire inférieur avaient près de deux tiers de millimètre de large et étaient longues de 2 millimètres et demi.

Le point osseux de la clavicule avait 2 millimètres de long. Celui de l'humérus était conoïde, comme sur l'autre embryon, mais plus gros; il empiétait déjà sur les deux tiers de l'épaisseur du cartilage précédant cet organe, sans que, contrairement à ce qu'on voyait sur l'embryon ci-dessus, il y eût encore trace sur le radius et sur le cubitus de point d'ossification, ni même de la tache grisâtre qui en annonce l'apparition.

Sur le fémur le point d'ossification occupait toute l'épaisseur du cartilage, mais était un peu plus épais vers sa face interne qu'à sa face externe (*s*). Sur le tibia existait un point d'ossification empiétant sur les trois quarts environ du cartilage, mais sans point osseux ni tache grisâtre, même dans le milieu du péroné. Ainsi dans les deux embryons les points d'ossification étaient plus avancés à la cuisse et à la jambe qu'au bras et à l'avant-bras; mais le plus jeune avait déjà un point osseux au radius et des traces d'apparition prochaine de l'os au milieu du cubitus et du péroné, alors qu'il n'y en avait pas sur ces derniers cartilages chez un fœtus plus long de 6 millimètres pour le tronc et la tête seulement.

Ces points osseux des trois os longs de chaque membre apparaissent à leur côté interne, de sorte qu'il n'y a que pour l'humérus que le lieu occupé au début par ce point osseux conique, coïncide à peu près avec l'endroit qu'occupera plus tard le canal nourricier de l'os.

Toutes les fois que l'os naît dans un cartilage et se substitue à lui, celui-ci a déjà, lors de l'apparition de la substance osseuse, la forme générale de l'organe osseux qui le remplace peu à peu; mais jamais l'os ne se produit dans tout le cartilage à la fois et lors de son apparition il n'a ni la forme du cartilage au sein duquel il naît, ni celle qu'il aura par la suite. Ce dernier fait, du reste, s'observe également pour les os qui naissent sans cartilage préexistant.

Toutes ces données prouvent qu'on ne peut avoir une notion exacte du développement du système osseux en général et de chaque os en particulier, si on l'étudie, ainsi que cela est l'usage, en faisant abstraction de la forme et des autres caractères du cartilage préexistant à l'os; si on détruit ce cartilage par la macération pour ne conserver que l'organe osseux qui vient de se substituer à lui. Il importe, au contraire, de savoir pour chaque os quand et comment naît le cartilage qui le précède; quand et comment naît la substance osseuse dans celui-ci. Enfin il n'importe pas moins de suivre ensuite et d'une manière parallèle, en quelque sorte, les phases du développement des deux parties, car-

tilagineuse et osseuse, de chaque pièce squelettique jusqu'à ce que celle-ci soit entièrement substituée à la première; car le cartilage continue à présenter des changements évolutifs considérables, après l'apparition de l'os dans son épaisseur.

Ces notions une fois acquises, en procédant de cette manière, viendraient changer en bien des points les idées qui règnent encore sur ce qu'on nomme les lois de l'ostéogénie en particulier et sur le système osseux considéré soit dans la série des animaux vertébrés, soit sur chaque espèce animale en particulier.

En conduisant à déterminer exactement la nature réelle des tissus par la connaissance des éléments qui les composent et par celle de leur mode de naissance et de développement, l'anatomie générale apporte ainsi de notables modifications dans la manière, jusqu'à présent adoptée, d'envisager les systèmes anatomiques, et donne à leur étude une importance plus grande que celle qu'on croyait devoir lui attribuer (1).

Le tissu osseux des points d'ossification des os longs reste aréolaire ou ostéoïde jusqu'à l'époque où ils ont 1 millimètre de diamètre et même plus. C'est alors que commencent à se montrer les canalicules autour des ostéoplastes, d'abord en petit nombre, puis de plus abondants. Ce tissu parfait ou à ostéoplastes radiés est d'abord compacte et prend rapidement cet état jusqu'auprès du périchondre devenu périoste qu'il touche; de sorte que dans les premiers os qui naissent précédés d'un cartilage, le cartilage étant petit le périchondre est promptement atteint par la substance osseuse, ainsi qu'on le voit à la clavicule, à l'humérus, au fémur; aussi là on trouve des ostéoplastes commençant à être radiés presque immédiatement au-dessous du périchondre, tandis qu'aux extrémités du petit cylindre osseux une épaisseur assez grande de tissu encore aréolaire sépare le tissu parfait du cartilage, ainsi que je l'ai dit (p. 516 et 520).

(1) « J'établis d'abord que les os existent à l'état cartilagineux avant de devenir solides par l'addition du phosphate de chaux, et je montre ensuite que c'est dans cet état primitif qu'il faut les observer, si on veut acquérir des notions exactes sur les phénomènes de leur formation. » (Serres, *loc. cit.*, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1861, t. LIII, p. 355.)

Ce premier tissu osseux parfait se creuse d'espaces médullaires et de canaux vasculaires ou disparaît même entièrement pour la formation du canal médullaire (1). A leur origine les canaux vasculaires sont la plupart plus larges que ceux du tissu compacte chez l'adulte. Le tissu osseux qui les limite ne présente pas encore à la naissance la disposition en couches concentriques et l'arrangement correlatif si élégant des ostéoplastes qu'on observe chez l'adulte autour des canaux de Havers ; les ostéoplastes en outre changent eux-mêmes individuellement, notablement avec l'âge, deviennent plus longs, mais plus minces, généralement et surtout leurs canalicules se produisent en plus grande quantité. Par places aussi on trouve plus d'ostéoplastes que dans une masse égale du tissu osseux fœtal. La production de cette disposition lamelleuse est un fait de modification intime subordonné aux actes de rénovation moléculaire nutritive et aux changements dits évolutifs consécutifs à la génération même de l'os. Cette disposition n'est pas le résultat d'une particularité d'accroissement ostéogénique, mais d'une modification évolutive profonde ultérieure. Ce fait a aussi été constaté par Lieberkühn, qui s'exprime ainsi à ce sujet :

« Les lamelles ne naissent pas par une superposition graduelle de jeunes couches du tissu osseux et ne sont nullement un phénomène d'accroissement, comme on l'a dit souvent ; mais elles deviennent visibles dans le tissu d'ossification déjà préexistant. » (*Loc. cit.*, 1862, p. 757.)

§ IV. — Génération de tissu osseux sans cartilage préexistant.

Du quarante-cinquième au cinquantième jour environ de la vie intra-utérine on voit naître les os des deux mâchoires, sans cartilage préexistant, de même forme que celle que posséderont plus tard ces organes. Ils naissent dans l'arc viscéral ou branchial supérieur au sein du tissu embryo-plastique vasculaire mou, nul-

(1) Voy. Ch. Robin, *loc. cit.*, 1850. b. *Formation du tissu spongieux* et c. *Formation du tissu compacte.*

lement fibreux ni cartilagineux qui les constitue, et ces os restent longtemps plongés dans ce tissu sans posséder de périoste proprement dit. Ici la génération de l'os a lieu indépendamment de tout cartilage préexistant. Elle a, par conséquent, lieu indépendamment de l'influence de tout périoste ou périchondre et de la moelle, puisque en toute circonstance la génération des éléments de celle-ci est postérieure à celle de l'os. Il en est de même des autres os de la face, tels que les os du nez, le jugal, l'apophyse zygomatique et le cadre du tympan, qui naissent un peu plus tard au sein du tissu lamineux en voie d'évolution.

Du reste ces os, pas plus que ceux qui apparaissent au sein du tissu cartilagineux et que ceux dont il va être question en troisième lieu, n'ont lors de leur apparition la forme qu'ils auront plus tard à l'époque où ils s'articuleront avec ceux qui les avoisinent. Ce n'est qu'assez tard après leur apparition que se produit autour d'eux une couche périostique du tissu fibreux ; périoste restant plus longtemps épais et vasculaire autour de ces os qu'autour de ceux qui ont été précédés d'un cartilage de même forme.

Le *cadre tympanal* prend dès son apparition la forme très-élégante d'une faucille fortement recourbée en demi-cercle à convexité tournée en bas et ouverte du côté des pièces solides du tympan. Il est plus mince et plus élargi dans sa partie antérieure qu'à l'autre extrémité qui est très-aiguë; il est plongé dans les tissus ambiants sans avoir de périoste propre. Il apparaît (vers la onzième semaine chez l'homme et chez le veau) par autogénèse sans être précédé par un cartilage de même forme, et ne commence à posséder un périoste distinct que vers l'époque où il s'élargit transversalement, en avant surtout, pour constituer le canal auditif externe osseux, c'est-à-dire vers le huitième mois. C'est à tort que Burdach dit que le cadre du tympan paraît au deuxième mois et commence à s'ossifier à la fin du troisième mois (*Physiologie*, Paris, 1838, in-8, t. III, p. 443), puisqu'il n'est jamais cartilagineux. Bischoff note plus exactement qu'il « paraît dans la onzième semaine, sous l'aspect d'une ligne osseuse très-mince qui n'a aucune connexion avec les autres os

du crâne » (Bischoff, *Développement de l'homme et des mammifères*, Paris, 1843, in-8, p. 405). Du reste, à l'époque où il paraît, le temporal cartilagineux ne présente encore aucun point osseux, et ce n'est que dans le troisième mois que le rocher commence à s'ossifier. (Voyez Ch. Robin et Magitot, *Mémoire sur un organe transitoire de la vie fœtale désigné sous le nom de cartilage de Meckel. Annales des sciences naturelles*, Paris, 1862, in-8. *Zoologie*, t. XVIII, p. 220.)

J'ai décrit ailleurs (1) cette production immédiate de la substance caractéristique des os. Elle est très-frappante sur les premiers points osseux des maxillaires supérieurs des jeunes embryons, tels que ceux dont je viens de parler plus haut. Là aussi elle a lieu dans un tissu embryo-plastique mou, sans trace de fibres, semblable à celui que je viens également de signaler à propos des maxillaires inférieurs. Là, comme pour les os du crâne, la substance osseuse naît sous forme de prolongements ou rayons minces qui en s'anastomosant circonscrivent des espaces circulaires ou ovalaires ouverts aux deux faces de l'os et encore traversés par le tissu mou indiqué ci-dessus. On peut aux extrémités et sur les bords de ces lamelles voir des ostéoplastes à toutes leurs phases de développement.

Ils sont d'abord très-petits, parfois larges seulement de 4 à 6 millièmes de millimètres, ouverts aux deux faces de l'os quand les lamelles sont très-minces, ce qui est commun ; ils leur donnent alors un aspect criblé, dans lequel chaque trou est représenté par un ostéoplaste plus petit ordinairement ou aussi grand qu'à l'état de plein développement. Ces ostéoplastes, en outre, sont plus rapprochés les uns des autres que ceux de l'os qui se substitue à un cartilage préexistant. Ces orifices de l'os naissant lamelleux se reconnaissent facilement comme étant des ostéoplastes en ce que beaucoup, dès l'origine, sont pourvus d'incisures qui marquent le commencement des canalicules radiés ;

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur le développement de la substance et du tissu des os.* (*Comptes rendus et mémoire de la Société de biologie*, Paris, 1850, in-8, p. 126.) Voy. aussi Magitot et Ch. Robin, *Genèse et développement des follicules dentaires* (*Journal de physiologie*, Paris, 1861, in-8, p. 153 et 160 en notes.)

fait qui se confirme lorsque examinant ces cavités de plus en plus avant dans l'os, on les trouve clos de toutes parts et avec des formes de mieux en mieux déterminées et des dimensions bien plus grandes. Toutefois, ils sont encore plus courts, relativement au moins, et plus larges qu'ils ne le seront; car ce n'est que plus tard qu'ils deviennent étroits et allongés. Quand le bord de l'os naissant est épais on voit à sa superficie des ostéoplastes encore ouverts en un point plus ou moins large de leur étendue et d'autres déjà clos dans leur voisinage immédiat. Ils sont sphéroïdaux à surface rendue irrégulière par la présence de canalicules radiés assez nombreux, relativement larges, déjà anastomosés entre eux ou en continuation avec les ostéoplastes voisins qui sont très-rapprochés les uns des autres, plus que dans le tissu osseux succédant au cartilage. De là un aspect comme cribleux très-remarquable de ce tissu osseux, naissant ainsi d'une manière immédiate, c'est-à-dire par autogenèse, sans passer par l'état ostéoïde ou aréolaire que les ostéoplastes donnent durant leur génération au tissu osseux qui succède au cartilage; car les aréoles des points d'ossification à l'état ostéoïde ne doivent pas être confondues avec les espaces circulaires ou ovalaires que circonscrivent les trabécules osseuses ramifiées et anastomosées dont je viens de décrire la génération. Ces espaces sont pleins ici de tissu embryo-plastiques et plus tard de tissu lamineux naissant, puis enfin de vaisseaux seulement et de moelle dans le diploé.

Que les bords des trabécules ou des lames de l'os naissant dans ces conditions soient minces ou épaisses, ils sont, d'une trabécule à l'autre, pourvus ou non d'une couche épaisse de 1 à 3 centièmes de millimètre d'une substance homogène, sans noyaux ni cellules et très-légèrement jaunâtre; elle sépare le bord même de l'os soit du tissu mou des mâchoires de l'embryon, soit du tissu lamineux ambiant déjà disposé ou non en périoste du crâne, etc. Lorsqu'elle existe, c'est sur ses limites et celles de l'os même que sont les ostéoplastes en voie de génération tels que je les ai signalés; mais d'abord bien plus pâles. C'est cette couche que j'ai appelée autrefois *trame cartilagineuse envahis-*

sante (*Loc. cit.*, 1850, p. 125), qui ici particulièrement est dépourvue de cavités ou chondroplastes; mais en certains points autour des os de la voûte du crâne en voie de développement et sous le périoste, elle renferme de petites cavités qui sont pleines de liquide (et ont quelquefois été appelées des cellules).

Les os, dont je viens de parler, qui ne sont pas précédés d'un cartilage de même forme que celle qu'ils ont plus tard, ne naissent jamais avec la disposition morphologique qu'ils présenteront un jour. En outre, ils changent davantage et beaucoup plus longtemps avec l'âge que les os précédés d'un cartilage semblablement conformé. Ils offrent aussi des variétés de nombre et de forme plus nombreuses et plus notables sur les sujets de même âge et de même espèce. Enfin, ils diffèrent généralement plus de leurs homologues d'une espèce à l'autre, que ne le font les os qui ont commencé par être cartilagineux. Ils offrent en outre, soit à l'état normal, soit pathologiquement, des particularités physiologiques que ne présentent pas les autres os.

Ce fait domine, si l'on peut ainsi dire, les particularités que présentent ces os, comparativement aux autres, sous le point de vue de leurs connexions qui ne sont jamais des *articulations* proprement dites, et dont les analogues ne se retrouvent pas dans les articulations des pièces squelettiques précédées d'un cartilage de même forme. Ces dernières conservent toujours une couche cartilagineuse, avec ou sans ligament fibreux interposé à leurs surfaces de jonction, ce qui n'a pas lieu sur les autres. Ce fait domine aussi les particularités relatives à l'accroissement et à la diminution de volume dans la série des âges, des os non précédés de cartilages, ainsi que celles qui sont relatives à leur soudure; particularités qui ont tant d'importance dans l'étude des modifications adultes et séniles de l'encéphale et des traits de la face.

Les pièces du squelette, qui commencent par être du cartilage, offrent, aussitôt après leur apparition, une forme si régulière et si nettement déterminée du même type que celle de l'os qui leur succédera, que toute description ostéologique devra comprendre à l'avenir, ainsi que je l'ai déjà dit, aussi bien ces premières

périodes de chacun de ces organes que celle de l'âge adulte à laquelle on se borne aujourd'hui contre toute raison.

Les parties ou points osseux n'ont également pas au début la forme qu'ils auront plus tard ; mais le cartilage au sein duquel ils apparaissent a déjà la configuration qu'aura l'os et celui-ci en change peu durant son accroissement et ne se soude pas aux parties similaires qu'il touche, en dehors des cas morbides. Malgré la plus grande fixité morphologique des pièces squelettiques qui naissent d'après le mode que nous venons d'indiquer, la détermination de leurs homologies et de leurs homotypies devra toujours s'appuyer sur l'examen de ces organes fait dans la série des âges, comme s'il s'agissait de ceux qui naissent suivant le premier mode; elle en tirera en effet d'utiles indications dans le cas où les cartilages débutent par plusieurs pièces cartilagineuses primitivement distinctes, comme les parties appendiculaires des vertèbres, dont l'apparition n'est pas simultanée, et qui se soudent ensuite au corps vertébral et les unes aux autres.

Du trente-cinquième au quarantième jour environ après la conception, sur des embryons longs de 18 à 20 millimètres chez l'homme, de 28 à 30 millimètres chez la vache, on voit apparaître le long de la portion extra-tympanique du cartilage de Meckel une traînée d'un tissu qui, sous le microscope, est plus foncé que celui qui l'entoure (1). Un fort grossissement permet faci-

(1) Bischoff parlant du maxillaire inférieur dit : « La surface articulaire se produit par séparation histologique, de la même manière que les côtes se séparent des vertèbres. » (*Traité du développement*, Paris, 1845, in-8, trad. franç., p. 402.) Ce fait ne peut être considéré comme s'appliquant à la mâchoire et au rocher. Des observations directes sur des embryons humains, de Vache, de Porc, de Lapin, de Mouton et de Rat nous ont prouvé que les cartilages des côtes ne sont pas en continuité de tissu lors de leur genèse, avec ceux contre lesquels ils s'articulent, pas plus que l'occipital n'est d'abord continu avec l'atlas. Tous ces cartilages naissent comme organes distincts séparés par une couche de tissu lamineux existant au niveau même des endroits où plus tard seront des cavités articulaires. Quant aux maxillaires inférieurs, comme ils naissent par autogénèse et se développent d'après le mode d'ossification, dit par envahissement, sans être précédés de cartilage, il est manifeste que leur surface articulaire condylienne ne se forme pas par séparation histologique de ce cartilage qui aurait été continu avec celui du rocher. Cette séparation histologique n'est ici qu'une hypothèse contredite par l'observation, comme il en règne encore tant sur toutes les questions embryogéniques relatives aux éléments anatomiques

lement d'y reconnaître les caractères du tissu osseux à son début, sans cartilage préexistant, tels qu'on les constate plus aisément sur l'arc tympanique, sur la portion écailleuse du frontal, et autres os de la voûte du crâne des petits fœtus.

Cette première traînée osseuse, aplatie, allongée, apparaît vers le milieu de la moitié antérieure de chacune des deux branches homologues du cartilage de Meckel, au bord inférieur et externe de celui-ci, sur une longueur de 1/2 à 1 millimètre. Elle est d'abord moins haute que le cartilage n'est épais (celui-ci offre, à cette époque, une longueur de 4 à 5 millimètres chez l'homme et de 6 à 8 chez la vache, sur 1/2 millimètre d'épaisseur environ). Chaque petite plaque lamelleuse, très-fragile, aréolaire, se développe rapidement en longueur et en hauteur ; elle dépasse bientôt le bord supérieur du cartilage et grandit toujours plus de ce côté que de celui du bord opposé. Elle masque ainsi une portion du trajet du cartilage qui la dépasse en avant et surtout en arrière. Elle n'a aucune ressemblance morphologique avec l'os dont elle marque le début, et se trouve directement au contact du tissu embryoplastique mou dans lequel elle est plongée, si ce n'est que sa face interne touche la face externe du cartilage de Meckel.

Ses bords supérieur et inférieur sont assez nets, mais de ses extrémités un peu irrégulières, anguleuses, s'échappent de petits prolongements radiés qui s'avancent dans le tissu ambiant, sans trace de cartilage à leurs extrémités.

Lorsque la petite bande osseuse a acquis une longueur de 4 millimètres environ, sa hauteur s'est accrue proportionnellement. L'os dépasse alors le bord supérieur du cartilage de Meckel qui commence à occuper à la face interne de l'os la position qu'on lui retrouve plus tard dans le sillon de la partie inférieure de cette face interne. Un peu plus tard, lorsque le maxillaire a atteint une longueur de 6 à 8 millimètres, il commence à présenter une forme mieux déterminée : on y distingue en effet déjà son corps

et aux tissus, questions qu'on a tenté de résoudre par anticipation sans examen direct. Chez les mammifères les cartilages des phalanges naissent aussi comme autant de pièces primitivement distinctes aussi bien que ceux des parties principales des membres.

ou branche horizontale, plus étroite à la partie moyenne dans le sens vertical qu'à ses extrémités; de telle sorte que ses bords supérieur et inférieur sont légèrement concaves et le premier plus que le second.

Les deux extrémités, en s'étendant chacune vers le bout correspondant du cartilage, s'élargissent toujours davantage; le bout antérieur devient de plus en plus foncé et plus net; l'autre, au contraire, en s'élargissant devient plus mal délimité, parce qu'il envoie des radiations plus longues et plus écartées les unes des autres dans le tissu mou ambiant.

Du cinquante-cinquième au soixantième jour environ chez l'homme, ces radiations se séparent assez nettement en deux groupes. L'un se dirige en haut et se recourbant de plus en plus les jours suivants, il forme bientôt une languette foncée et à bords nets; il constitue alors une lamelle aplatie, à sommet mousse, qui représente l'apophyse coronoïde. L'autre groupe de radiations suit la direction du cartilage de Meckel; il forme un prolongement aplati, plus large et plus épais que le précédent, dont une saillie à angle obtus dépasse le bord inférieur de ce cartilage vers le milieu de sa longueur et représente l'angle de la mâchoire; le reste constituera plus tard la portion condylienne de la branche montante. Au-devant de la saillie représentant le début de l'apophyse coronoïde, on observe, à partir de cette même époque (cinquante-cinquième au soixantième jour chez l'homme), plusieurs particularités importantes sur le maxillaire : son bord supérieur qui, auparavant était concave, presque régulier et qui est devenu plus épais que durant les jours suivants, offre en avant deux, puis quatre dépressions devenant de plus en plus profondes, dont l'observateur tient d'abord peu de compte, jusqu'au moment où apparaissent dans ces dépressions de petites masses ovoïdes, d'un tissu mou, plus foncé que le tissu ambiant, reconnaissables comme autant de bulbes et bientôt de follicules dentaires des deux incisives, de la canine et de la première molaire. On trouve en même temps, vers le sommet de la saillie coronoïde, des faisceaux musculaires aux premières phases de leur évolution.

Le bord de l'extrémité antérieure de la mâchoire est légèrement convexe, en forme d'écaille, à peine dentelé, et le tissu de cette extrémité bien qu'aréolaire est assez épais et assez opaque pour rendre difficile à voir le bout de la branche correspondante du cartilage de Meckel qui ne la dépasse plus.

Dans les huit ou dix jours qui suivent on voit se détacher de la face interne du maxillaire, au-dessous des dépressions dans lesquelles naissent les follicules et au-dessus du sillon occupé par le cartilage de Meckel, des radiations osseuses voisines les unes des autres, un peu recourbées dans le sens de l'apophyse coronoïde, formant bientôt une aiguille, puis une lamelle assez opaque qui s'élargit du côté du bord supérieur de la mâchoire dont elle constitue plus tard la lame interne. Vers le milieu du deuxième mois elle forme une lamelle assez large pour limiter de ce côté une gouttière qui loge les follicules des dents, et au fond de laquelle sont les vaisseaux et nerfs dentaires ; elle est néanmoins encore loin d'atteindre le niveau de la lame interne, au-dessus de laquelle elle reste encore longtemps, et détachée par déchirure elle ne présente encore que la forme d'une languette ou aiguille étroite, mince et allongée (1).

Tel est l'origine de la lame interne de la mâchoire inférieure étendue de l'orifice d'entrée des vaisseaux et nerfs dentaires jusqu'à la symphyse, et ne descendant pas plus bas que le fond de

(1) C'est cette aiguille qui est connue sous le nom d'*aiguille de Spix*. (Voyez sur cette aiguille osseuse et sur la gouttière dentaire, qu'elle limite en se développant comme lame interne de la mâchoire Robin et Magitot, *Journal de physiologie*, 1860, p. 12 à 18 et la note p. 18, et *Recherches sur les gouttières dentaires*, etc., in *Comptes rendus et Mém. de la Société de biologie*, Paris, 1859, in-8, p. 217.) On voit par ce qui précède que c'est la portion osseuse correspondant à la lame externe du corps du maxillaire inférieur, qui paraît la première et non le bord inférieur de ce corps, comme le disent plusieurs auteurs avec M. Cruveilhier. On voit aussi que c'est la lame interne qui a été appelée *aiguille de Spix*, *point osseux du canal dentaire* et considérée comme un point d'ossification particulier et distinct du corps de la mâchoire, ce qui en ferait quatre en tout ; deux pour chaque moitié, c'est-à-dire un pour chaque lame. (Reichert, *loc, cit.*, et Cruveilhier, *Anatomie descriptive*, Paris, 1843, 2e édit., in-8, t. I, p. 184-185.) Mais l'étude du développement montre que cette lame naît sous forme de radiations osseuses s'élargissant de plus en plus, et que ces radiations ne sont jamais séparées du reste de l'os. Loin de naître séparément et de se souder à lui, cette lame en est un prolongement interne direct.

la gouttière dentaire, fond qui devient plus tard le canal de ce nom. Au contraire, la portion aplatie que nous avons vue naître la première vers le niveau du tiers antérieur du cartilage de Meckel, représente la lame externe de la mâchoire, qui dès son apparition est aplatie de dedans en dehors, placée verticalement, plus haute et plus large qu'elle n'est épaisse.

C'est à compter de l'époque de l'apparition de la lame interne de la mâchoire encore rudimentaire, que la gouttière dentaire se trouve constituée comme nous l'avons fait connaître ailleurs, et que le corps de cet os est susceptible d'être divisé en deux moitiés lamelleuses.

C'est dans les jours suivants, c'est-à-dire du soixantième au soixante-dixième jour environ, que se montre pour la première fois du cartilage sur le maxillaire inférieur ; ce tissu se produit au bord de l'extrémité symphysaire de l'os, sous l'aspect d'une petite bande claire, en forme de segment de cercle, qui augmente peu à peu d'épaisseur, mais sans s'étendre sur les bords supérieur et inférieur du maxillaire. A l'extrémité opposée il s'en produit en même temps une petite bande de même figure, qui s'allonge rapidement en haut et en arrière. Elle prend en huit ou dix jours la forme du condyle et de son col ; quelques semaines plus tard il en apparaît un peu au sommet de l'apophyse coronoïde et sur la saillie inférieure à angle obtus qui représente l'angle de la mâchoire.

Vers cette époque aussi (vers le soixante-quinzième jour environ chez l'homme et à une époque correspondante chez les autres mammifères), on voit apparaître sur le bord de la lame externe une mince traînée de cartilage, épaisse de quelques centièmes de millimètre seulement. Il s'en produit aussi plus tard un peu sur le bord de la lame interne, mais non sur les faces de l'os même. Toutes ces portions cartilagineuses surajoutées s'ossifient par envahissement graduel du cartilage par l'os déjà existant, qui empiète peu à peu sur lui sans qu'il apparaisse à leur centre de point osseux particulier distinct du corps de l'os (1).

(1) Ce sont ces prolongements cartilagineux surajoutés avec le temps à l'os déjà existant quant à ses parties essentielles que, nous appuyant à tort sur les idées

En même temps que se produisent ces portions cartilagineuses, on remarque dans la constitution du maxillaire une modification notable : ainsi on trouve, sur les bords de l'os en voie de développement, une légère couche de tissu mou d'une épaisseur de $0^{mm},02$ environ, formé de corps fusiformes fibro-plastiques, de fibres lamineuses et de noyau embryoplastique. Cette couche représente le périoste qui tapisse plus tard la totalité de l'os, et recouvre en même temps le cartilage de Meckel qu'il contribue à maintenir à la surface de l'os.

Ainsi le maxillaire inférieur offre une particularité que partagent aussi quelques-uns des os qui, comme lui, ne sont pas précédés d'un cartilage de même forme ; elle consiste en ce que, apparaissant par autogénèse, par production directe et immédiate de tissu osseux au sein des tissus mous, le cartilage n'en prépare pas la venue, mais s'ajoute à l'os déjà né pour en compléter la forme, et s'ossifier plus tard par suite des progrès de l'évolution. (Ch. Robin et Magitot, *loc. cit.*, 1862, p. 230 à 237.)

Les idées généralement reçues sur le mode de formation de la mâchoire inférieure, par un certain nombre de points d'ossifications, sont donc entièrement controuvées. Un seul noyau osseux, sans cartilage préexistant, produit par son développement dans tous les sens la totalité de chaque moitié de ce maxillaire. (Voy. Ch. Robin, *Observations sur la structure et sur le développement de la substance des os. Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie.* Paris, 1850, in-8, p. 119.) Bischoff s'exprime ainsi sur ce qui concerne le mode d'apparition de la mâchoire inférieure : « Au côté externe du premier arc branchial et de son prolongement se dépose également dans toute sa longueur une masse blastématique qui s'élève principalement sur son

admises, nous avons considérés comme étant le reste d'un cartilage préexistant qui se serait ossifié. (Robin et Magitot, *Journal de physiologie.*, 1860, p. 11-12). Les auteurs d'anatomie ne parlent que du cartilage des bouts symphysaires de l'os et nullement du cartilage supposé préexistant, qu'ils admettent pourtant implicitement. On voit que c'est à juste titre que Meckel, sans se prononcer sur la partie de la mâchoire qui naît la première n'admet qu'une pièce osseuse originelle pour chaque moitié du maxillaire inférieur, et nie l'existence d'autres points osseux particuliers admis depuis Kerkringius, Autenrieth et Spix, dans l'apophyse coronoïde, le condyle, l'angle et la lame interne.

bord supérieur et qui devient la *mâchoire inférieure*, comme la suite nous l'apprend. La mâchoire inférieure ne naît donc pas directement du premier arc branchial, ainsi qu'on le disait autrefois, mais d'un blastème accumulé à sa surface et qui, lorsqu'il s'est converti en *cartilage* et en os, embrasse l'arc viscéral lui-même à la manière d'une gaîne. » (Bischoff, *loc. cit.*, p. 401.) C'est pour avoir tenu plus de compte de ce passage que de nos propres observations que (soit dans le travail cité ci-dessus, soit dans Robin et Magitot, *Mémoire sur la genèse et le développement des follicules dentaires*, in *Journal de la physiologie*. Paris, 1860, in-8, p. 8) nous avons rangé, avec nombre d'anatomistes, les maxillaires inférieur et supérieur parmi les os précédés d'un cartilage de même forme qu'eux. Des observations répétées faites sur les embryons de divers mammifères domestiques et autres, nous ont prouvé que c'est là une erreur; elles nous ont montré aussi que lorsque le maxillaire inférieur apparaît, la partie inférieure de la face ou du museau et le cou se sont déjà délimités autour et au-dessous du cartilage de Meckel et ont perdu les caractères d'arcs branchiaux ou viscéraux. Leur tissu est du tissu embryoplastique vasculaire avec quelques corps fusiformes fibroplastiques, dans lequel naît directement le tissu osseux contre le cartilage de Meckel, mais sans être précédé d'aucune accumulation de blastème cartilagineux ou autre.

§ V. — Génération osseuse au sein du tissu fibreux.

Après le deuxième mois de la vie utérine environ l'on voit naître la substance osseuse sans cartilage préexistant dans les enveloppes alors fibreuses de la voûte crânienne (pariétaux, portion écailleuse de l'occipital, du temporal, ailes du sphénoïde, etc.), de telle manière que dès leur origine ces os sont plongés dans un tissu fibreux mou et vasculaire dont ils conservent une lame à leur face interne et l'autre à leur face externe. Ce sont là les seuls os qui naissent primitivement au sein d'un tissu analogue au périoste de l'enfant et de l'adulte. Réciproquement, c'est seulement lorsque ce périoste s'est développé autour des os dont il

a été question plus haut qu'il présente les conditions nécessaires à la génération de la substance osseuse et qu'il concourt ainsi au développement de chaque os en particulier. Il continue à offrir ces conditions tant que sa texture est conservée, et il les manifeste partout où il est transporté par autoplastie; mais avant lui, dans la série des âges, le cartilage et le tissu embryoplastique mou du premier arc viscéral ou maxillaire ont présenté ces conditions au même titre; tandis qu'il ne les montre originellement qu'à la voûte du crâne. On ne saurait donc, à aucun titre, dire que le périoste est la condition essentielle, primitive ou secondaire, de la génération du tissu osseux, puisque, ainsi que nous venons de le voir, des tissus qui en diffèrent remplissent les conditions nécessaires à cette génération avant lui et en dehors de lui.

L'os naît en effet : *a.* dans le cartilage indépendamment du périoste, *b.* dans les enveloppes fibreuses du crâne, puis, *c.* à la surface extérieure de l'os sous le périoste indépendamment du cartilage, et enfin *d.* dans le tissu embryoplastique bordant la bouche de l'embryon, indépendamment des deux tissus précédents.

Les conditions intimes ou moléculaires de la génération de la substance osseuse peuvent donc se rencontrer dans des tissus très-distincts ; comme son mode de génération est le même dans chacun d'eux malgré leur diversité, l'idée de sa formation ou de la sécrétion d'un élément anatomique toujours semblable à lui-même par des tissus aussi différents les uns des autres ne saurait être admise logiquement. L'élément osseux en un mot, comme toutes les autres espèces d'éléments, naît d'une manière qui lui est propre, à des places et à des époques déterminées, lorsque certaines conditions moléculaires s'y trouvent réunies; indépendamment de toute relation de filiation ou de généalogie directe avec les éléments des tissus au sein desquels il apparaît; sans qu'il y ait trace de sécrétion ou de transformation de la part de celui qui précède par rapport à celui qui succède.

Dans le cas particulier des os précédés d'un cartilage de même forme, par exemple, le tissu osseux prend la place du tissu car-

tilagineux en partant du centre pour aller vers la périphérie, comme dans les exemples cités précédemment. A son tour le tissu médullaire se substitue du centre à la périphérie au tissu osseux qui se résorbe, sans qu'il soit possible de faire provenir les éléments de la moelle des noyaux embryoplastiques ou autres qui font défaut dans la substance osseuse. Ces éléments de la moelle, différents en tous points physiquement, chimiquement, physiologiquement et par leurs altérations de ceux du tissu lamineux, du cartilage, etc., sont à leur tour remplacés plus tard partiellement par des éléments du tissu lamineux à l'état fibrillaire et à l'état adipeux (1).

Le périoste lui-même ne fait pas exception à cette loi de substitution graduelle, et il disparaît devant le tissu qui le remplace lorsque l'os atteint son complet développement. Cette substitution se continue dans les parties qui restent toujours intimement adhérentes aux os, telles que les ligaments et les tendons ; de là vient que les crêtes et saillies osseuses sont d'autant plus saillantes à leur niveau que les sujets sont plus avancés en âge.

A compter du septième mois de la vie intra-utérine et même avant, jusqu'à la douzième année après la naissance, le périoste est beaucoup plus épais qu'il ne sera plus tard, et cela sur les os longs et sur les os courts, mais surtout sur les os longs. Malgré cette épaisseur, qui fait qu'à cette époque le périoste est blanchâtre et a l'aspect du tissu fibreux, il offre la composition élémentaire du tissu lamineux et non celle du tissu fibreux. Il conserve encore une certaine épaisseur jusqu'à l'âge adulte ; mais à partir de cette époque il va en diminuant d'épaisseur, au point que chez le vieillard il est réduit à de minces membranes de tissu

(1) Les états morbides dits cancéreux, etc., ne sont qu'une anomalie de génération en excès et hors lieu, d'un tissu succédant à un autre dont il prend la place ; c'est une forme anormale, grandiose par sa généralité et sa fatalité, de ces successions d'éléments dont les uns remplacent les autres et qui caractérisent l'évolution régulière des tissus et des systèmes ; fait essentiellement distinct des phénomènes de nutrition et de développement dont les éléments anatomiques envisagés individuellement sont le siége, phénomènes qui entraînent des complications fréquentes dans la rapidité de la substitution de certains tissus aux autres, des modifications de leur aspect, etc.

lamineux, qui exigent une certaine attention pour être distinguées. Cet amincissement avait déjà frappé Bichat qui n'en avait pas moins continué à le ranger dans le tissu fibreux, comme cela se faisait avant lui. De son temps, on considérait aussi le périoste comme formant une enveloppe qui entourait les os de toutes parts, ce qui n'est pas, car il n'existe que dans les portions où il n'y a pas d'autre organe, tel que cartilages, ligaments et tendons en connexion avec l'os.

Toutefois, chez le fœtus, en détachant le périoste, il arrive souvent qu'on détache en même temps les ligaments, mais surtout les tendons qui sont moins adhérents alors que plus tard.

C'est là une des raisons qui ont fait croire pendant très-longtemps que le périoste passait au-dessous des tendons, entre les tendons et l'os, et que c'était au périoste en réalité et non aux os qu'adhéraient les tendons; mais l'examen direct fait sur des coupes convenables, portant à la fois sur le tendon et sur la substance osseuse, montre parfaitement que le périoste ne passe pas entre le tendon et l'os; seulement l'adhérence du tendon aux os est moins puissante dans le jeune âge que chez l'adulte. Une particularité assez frappante à cet égard, c'est que dans la mâchoire inférieure on décolle toujours plus facilement les attaches tendineuses que dans les autres os.

Il faut noter aussi qu'autour des os plats, comme le maxillaire inférieur, autour des os de la face et à la surface extérieure des os du crâne, le périoste, même chez les vieillards, conserve toujours une épaisseur un peu plus grande qu'autour des os longs et des autres os plats.

§ VI. — Remarques générales sur les faits précédents.

J'ai déjà indiqué que dans la génération de l'os au sein d'un cartilage de même forme préexistant, il est impossible de voir un seul ostéoplaste provenir des noyaux dits du tissu cellulaire, non plus que des corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés; ces éléments n'existant pas dans ces cartilages.

Lorsque l'os naît par autogenèse directe, au sein du tissu embryoplastique des arcs maxillaires de l'embryon, les noyaux de

ce tissu sont réguliers et ovoïdes, longs de 7 à 9 millièmes de millimètre. Or les ostéoplastes naissant n'ont pour la plupart que de 4 à 6 millièmes de millimètre de large ; puis ils grandissent rapidement, vont jusqu'à atteindre 30 millièmes de millimètre, sans montrer des noyaux ni des cellules dans leur intérieur, ainsi qu'il est facile de s'en assurer dans ces conditions.

Dans les enveloppes fibreuses du crâne et sous le périoste les phénomènes observés sont entièrement semblables à ceux que j'ai décrits plus haut. Là encore aucun fait ne peut permettre de considérer les ostéoplastes comme une provenance des corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés, ni de regarder ceux-ci comme englobés et contenus par les ostéoplastes. Il y a une certaine analogie générale de forme entre les corps fibro-plastiques étoilés, tels que ceux de la cornée, de l'organe de l'émail, etc., et les ostéoplastes dont le développement est achevé, dont la forme est devenue allongée, d'irrégulièrement globuleuse qu'elle était, dont les canalicules radiés sont développés. Mais ces analogies deviennent fort éloignées dès qu'on tient compte du mode de génération de ces corps fibro-plastiques mêmes et de celui des ostéoplastes, de la grandeur des uns et des autres, de leur nombre en un espace donné comparativement dans le crâne fibreux du fœtus, dans le périoste, quand on tient compte enfin du nombre des fibres qui partent de la périphérie des uns et des canalicules qui continuent les autres.

On reconnaît alors que c'est sur des caractères mieux déterminés que ceux tirés des analogies générales de forme des éléments anatomiques complétement développés que doivent être fondées les inductions relatives à leur génération.

Lieberkühn, de son côté, est du reste arrivé à des résultats analogues aux précédents et à ceux que j'ai publiés en 1850, et il s'exprime ainsi sur le point particulier dont je viens de parler :

« Il est démontré par les observations précédentes que le tendon en voie d'ossification perd la structure de tendon et reçoit celle d'os, sous l'influence des changements continus du tissu qui s'ossifie. L'opinion récemment émise, qui consiste à avoir recours pour l'ossification du cartilage à celle dans laquelle ce ne doit

pas être le cartilage même qui forme la base des os, mais un nouveau blastème formé par les espaces médullaires après la dissolution préalable du prétendu cartilage calcaire, cette opinion, dis-je, manque non-seulement de fondement, mais en outre des éléments d'un grand poids établissent décidément le contraire. » (Lieberkühn, *Ueber die Ossification*, in *Archiv fuer Anat. und Physiol.*, Leipzig, 1860, in-8, p. 838.)

« Par les observations exposées plus haut, il est démontré en outre : *que les corps étoilés du tissu unissant n'existent pas dans le tissu des tendons tels que Virchow les a décrits ;* s'ils y existaient ils devraient, selon les assertions propres de Virchow, devenir des corpuscules osseux pendant l'ossification (1). Nous voyons pourtant de la manière la plus évidente les corpuscules osseux naître uniquement et absolument des cellules de la substance cartilaginiforme interposée à l'os et au tendon apparaissant avant l'ossification. » (Lieberkühn, p. 840. La substance dont parle Lieberkühn est celle dont j'ai fait mention plus haut, et *loc. cit.*, 1850, p. 125.)

Plus loin (p. 841) Lieberkühn ajoute : « Dans les régions où *des corpuscules osseux naissent réellement par ossification du tissu unissant figuré* (c'est-à-dire formé de faisceaux subdivisibles en fibres), *elle commence et s'avance par une précession particulière de substance cartilagineuse pourvue de cellules;* c'est ce qui a lieu dans le tissu tendineux. On doit maintenant remarquer que si Virchow a donné comme acceptable d'une manière générale son opinion sur l'identité des os, des cartilages et des corpuscules du tissu unissant, parce que le tissu cellulaire figuré peut s'ossifier et que ses corpuscules ci-dessus seraient des corpuscules osseux, il importe, dis-je, de remarquer au contraire que jamais ce fait n'a été démontré une seule fois. »

(1) Plus tard Lieberkühn, traitant une autre question qui se rattache à celle-ci, s'est exprimé ainsi : « Si les cellules étoilées n'existent pas dans le tissu des tendons, la doctrine d'un prétendu système de tubes plasmatiques ne peut plus être soutenue ici, contrairement à ce que Virchow et après lui Kölliker et d'autres auteurs ont admis dans les tendons, etc. » Dès 1858 je me suis élevé aussi contre cette hypothèse.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE XV.

FIG. 4. — Vertèbres d'un fœtus long de 18 centimètres et demi ; esquille de grandeur naturelle.

a. Quatrième vertèbre cervicale.

b. Troisième dorsale.

c. Deuxième lombaire.

FIG. 5. — *abc*. Humérus cartilagineux d'un embryon long de 24 millimètres du vertex au périnée. Grossi de 15 diamètres.

d. Point osseux contre le périoste de la face interne.

e. Portion du cartilage non encore envahie.

f. Cubitus cartilagineux.

g. Radius cartilagineux.

h. Tache grenue grisâtre indiquant le début du point osseux cubital.

FIG. 6. — *i*. Point osseux radial déjà bien marqué, conoïde.

jklm. Fémur cartilagineux du même embryon, à un grossissement de 11 diamètres.

n. Son point osseux qui de la face interne forme déjà un disque complet atteignant le côté opposé à celui où il a débuté à l'état de point conoïde.

o. Tibia cartilagineux.

p. Son point osseux conoïde plus avancé que celui du péroné.

q. Péroné cartilagineux.

r. Son point osseux encore grenu.

PLANCHE XVII.

FIG. 1. — Portion du fémur d'un embryon long de 30 millimètres du vertex au périnée. Grossissement, 25 diamètres.

s. Point d'ossification formant un disque complet qui partage en deux moitiés, l'une supérieure, l'autre inférieure, le fémur cartilagineux.

t, *t*. Le périchondre ou périoste.

FIG. 2. — Portion du tibia cartilagineux du même embryon. Même grossissement.

u. Point d'ossification conoïde.

v. Portion du cartilage qu'il n'a pas encore envahie.

y. Mince couche cartilagineuse interposée au périoste et à la substance osseuse du côté où sa génération a débuté, c'est-à-dire à la face interne de l'organe.

xx. Périchondre ou périoste.

FIG. 3. — Corps de la quatrième vertèbre cervicale, d'après une coupe transversale grossie cinq fois.

a. Canal de la notocorde non oblitéré.

b. Point d'ossification, large de 7 dixièmes de millimètre, cordiforme bilobé en avant, placé un peu en arrière de la notocorde qu'il tend à entourer et dont il va prendre la place. Un point osseux semblable, plus petit, plus éloigné de la notocorde, existait dans la troisième cervicale.

c. Canaux vasculaires du cartilage; aucun n'atteint encore le point osseux vers les côtés duquel ils se dirigent. Il n'y en avait pas en avant. Ils apparaissent d'abord à la face postérieure ou concave du corps de la vertèbre. Sur l'axis, dont le cartilage était déjà vasculaire, mais sans point central d'ossification, on voyait les canaux vasculaires en arrière et sur les côtés de la notocorde passer autour d'elle sans l'atteindre et circonscrire ainsi un espace clair dont elle occupait le centre. Il n'y avait pas encore de ces canaux à la face antérieure du corps vertébral.

FIG. 4. — Point osseux du corps de la deuxième vertèbre dorsale ; il a à peu près 2 millimètres de large. Il est arrondi en avant, mais prolongé en arrière vers la face concave du corps vertébral.

cc. Larges canaux osseux de la face concave du corps vertébral s'avançant dans le point d'ossification encore à l'état aréolaire ou ostéoïde. Leurs branches s'étendent déjà jusque auprès des autres faces du cartilage.

d. Petits canaux vasculaires venant de la face antérieure du corps vertébral.

FIG. 5. — Point osseux du corps de la quatrième vertèbre dorsale large de 2 millimètres et quart, arrondi en avant, prolongé en arrière plus près de la face concave du corps.

FIG. 6. — Coupe transversale du corps de la sixième vertèbre dorsale. Grossissement de 5 diamètres.

b. Point d'ossification de la sixième dorsale large d'à peu près 3 millimètres. Il est très-élargi transversalement.

g. Il est prolongé et rétréci en arrière du côté de la face concave du corps vertébral. Cette partie prolongée qui donne une figure cordiforme à ces points d'ossification correspond à la portion osseuse qui est apparue la première, au début de l'ossification ; la partie élargie est d'apparition consécutive et due à l'agrandissement graduel de celle qui est étroite.

c d. Canaux vasculaires du cartilage atteignant le point osseux ; quelques-uns le pénètrent.

FIG. 6 *bis*. — *e f*. Coupe verticale du corps de la septième dorsale dont le point d'ossification était semblable au précédent. Elle montre la forme aplatie de haut en bas de ce point osseux qui est plus épais et mousse en arrière dans la portion correspondant (*f*) au prolongement rétréci (*g*). Il est plus mince en avant (*e*) dans la partie qui correspond au bord antérieur élargi (*b*) du point osseux. Le centre montre le petit noyau osseux compacte, plus dur que le reste du tissu qui est aréolaire.

FIG. 7. — Coupe transversale passant par le milieu du point d'ossification du corps de la neuvième vertèbre dorsale. Il avait 3 millimètres d'avant en arrière et autant de gauche à droite. La partie antérieure (*b*) s'est très-

élargie par rapport à la partie postérieure rétrécie en forme de manche de marteau (*g*).

Fig. 8. — Coupe transversale de la superficie du point osseux de la même vertèbre, et (fig. 8 *bis*) verticale du corps de la onzième dorsale dont le point osseux avait la même forme que celui de la dixième.

Fig. 8 *bis*. — *e f*. Coupe verticale qui montre sur ce point osseux les mêmes particularités que la coupe analogue (fig. 5), en ce qui concerne les bords ou extrémités *b* et *g*.

h. Milieu du point d'ossification plus mince que le reste, montrant qu'il est biconcave, à double dépression centrale entourée circulairement par la partie périphérique plus épaisse et encore ostéoïde du point d'ossification, tandis que ce centre est occupé par une sorte de noyaux osseux plus dur (*h*).

Fig. 8. — *b g*. Coupe de la superficie du point d'ossification de la neuvième vertèbre dorsale ayant enlevé la partie périphérique plus épaisse de ce point osseux.

a. Canal de la notocorde non encore oblitéré; il occupe le centre de la portion encore cartilagineuse et sans canaux vasculaires du corps vertébral dans chaque dépression ou concavité centrale du point d'ossification; point qui à ce niveau paraît grisâtre, moins opaque qu'au pourtour, lorsqu'il est vu de face et entier (voy. fig. 11).

c d. Canaux vasculaires dont plusieurs pénètrent dans le tissu osseux.

Fig. 9. — Coupe transversale passant par le milieu du point osseux du corps de la douzième dorsale, mesurant 2 millimètres transversalement et 2 millimètres et demi d'avant en arrière.

b. La portion antérieure plus mince tient à la partie postérieure plus épaisse (*g*) et plus large que dans les autres vertèbres par une portion (*a*) plus étroite (1).

c. Larges canaux vasculaires gagnant le tissu osseux.

Fig. 10. — Coupe transversale de la superficie du point osseux de la même vertèbre.

b g. Parties antérieures et postérieures de ce point osseux qui, plus épaisses que la partie intermédiaire centrale et bilatérale (voy. fig. 8 *bis*, *h*), ont seules été rasées par la coupe.

(1) La plus grande minceur et la plus grande étroitesse du point osseux au centre de la vertèbre s'exagèrent par la dessiccation; la pression des vertèbres brise facilement le point osseux à ce niveau et le partage en deux moitiés séparées artificiellement. MM. Rambaud et Renault appellent *point osseux médian* la partie antérieure élargie (*b*) résultant de l'extension du point d'ossification qui est en réalité unique. Ils nomment *point accessoire* la partie la plus étroite transversalement (*g*), mais la plus épaisse dans le sens de la hauteur (fig. 7, *f*) et ils la considèrent comme déformation postérieure à la première et se soudant ensuite à elle (Rambaud et Renault, *Origine et développement des os*, Paris, 1864, in-8, p. 76 et 78, et atlas, pl. IV, fig. 4, 8 et 9); mais c'est en arrière et non en avant de la notocorde (fig. 1, *a*) que débute le point osseux vertébral.

a. Canal de la notocorde non encore oblitéré dans le cartilage sans canaux vasculaires au niveau de la partie plus mince du point d'ossification.

Fig. 11. — Coupe transversale du point osseux de la troisième lombaire, pratiquée par le milieu, mais vue par sa face superficielle. Ce point mesurait 2 millimètres et demi d'avant en arrière et autant transversalement.

a. Dépression médiane centrale du point osseux.

g. Partie postérieure la plus épaisse de haut en bas, la plus étroite transversalement ; elle porte un petit lobe de chaque côté aux deuxième, troisième et quatrième vertèbres lombaires.

b. Partie antérieure la plus amincie, mais la plus large transversalement.

Fig. 12. — Coupe transversale du point osseux de la troisième vertèbre lombaire ; il est lenticulaire presque circulaire, large de 1 millimètre et demi.

Fig. 13. — Point osseux d'une quatrième cervicale d'un fœtus de chienne, atteignant la face antérieure et presque la face postérieure du corps vertébral et déjà large de 1 millimètre transversalement, sans qu'il y ait encore traces de vaisseaux dans le cartilage d'ossification.

COMPARAISON MORPHOLOGIQUE
DES
VERTÈBRES, DU BASSIN ET DU STERNUM
CHEZ LES OISEAUX

Lecture faite à l'Académie des sciences le 8 août 1864

Par L. A. SEGOND,
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, membre de la Société de biologie.

§ I. — Application des principes de la morphologie à la classification des oiseaux.

Le 1er septembre 1862 j'ai présenté à l'Institut une note sur les différents types morphologiques de la colonne vertébrale chez les mammifères. Cette note, reproduite dans la *Gazette hebdomadaire*, fut suivie de la publication d'un programme de morphologie dans lequel on put alors juger la véritable destination de cette étude comparative.

Ayant reconnu l'opportunité d'appeler l'attention des biologistes sur la fondation de la seconde partie de l'anatomie générale, je devais m'occuper tout d'abord des moyens de concilier la philosophie anatomique avec la zoologie. Le procédé comparatif, spécialement développé par la science de la vie, étant le principal instrument de démonstration dans les problèmes morphologiques, il fallait revenir sur l'opposition regrettable qui avait séparé au début, en biologie statique, les doctrines et les faits, et chercher à dépouiller la méthode abstraite du caractère trop absolu qu'elle avait fatalement adopté dans sa marche. En effet, la théorie féconde des analogues n'avait d'autre obstacle à vaincre que les préjugés résultant des observations spéciales sur chaque forme particulière. Mais elle les domina bientôt par des principes sur les connexions, le balancement des organes, les inégalités de développement ; et acheva de ruiner la notion morphologique par la déclaration formelle que, dans un organe, la forme n'était rien puisqu'elle pouvait varier à l'infini. Il n'y avait donc plus à se préoccuper en anatomie que de la détermination des parties dans chaque système. On dressa à cet effet des inventaires d'après les cas les plus complexes, et au moyen de types abstraits, servant de commune mesure, la philosophie anatomique poursuivit avec un absolutisme aveugle, la démonstration concrète de l'unité de composition, dogme tout aussi capital que celui de la série animale, également acceptable comme formule abstraite pour la conception de l'animalité, mais qu'il fallait bien se garder d'assujettir à une vérification directe.

Mon premier travail a démontré que, pour tout concilier, il suffit d'abandonner les types abstraits résultant d'une observation imparfaite, et de s'en remettre pour cela à la nature qui ne saurait subir d'autres types que ceux qu'elle peut elle-même nous fournir. Or, si les anatomistes transcendants veulent bien redescendre au milieu de ces éloquentes réalités qui inspirèrent leurs premières inductions, ils reconnaîtront que la méthode dont ils ont doté la biologie, serait bien pauvre s'il fallait, pour son application, renoncer à comprendre ce qu'il y a de plus fondamental dans toutes les productions de la nature, c'est-à-dire la réali-

sation, sous une forme déterminée, des conditions essentielles de l'équilibre et du mouvement.

Il fallait assurément ne pas s'en laisser imposer par la forme pour déterminer les analogies, mais loin d'en abandonner l'étude, il fallait l'accepter comme régulatrice, dans la démonstration d'un principe qui, sans le contrôle continu de l'observation concrète, devait conduire à des notions trop vagues sur l'ensemble, sans donner des satisfactions suffisantes dans chaque cas particulier.

Étant cependant bien convaincu de la très-grande valeur de cette doctrine, je devais préciser la discussion en opposant aux démonstrations trop vagues de l'unité de composition, une application spéciale de la méthode philosophique dans un problème d'anatomie où il fallait tenir compte aussi bien des analogies et des homologies que des caractères morphologiques. Or, je crois avoir démontré dans l'examen comparatif de la colonne vertébrale chez les mammifères, que la nature elle-même nous fournit des éléments de coordination aussi simples que le comporte un sujet toujours complexe, et j'ai essayé de montrer la concordance nécessaire entre la science et le sentiment spontané qui avait depuis longtemps deviné la plupart des types zoologiques. De plus, éliminant soigneusement dans les discussions scientifiques, toute question de foi, et n'ayant d'autres raisons pour me déterminer à reconnaître le bien et le beau que celles à l'usage du simple bon sens, j'ai établi que pour un certain nombre d'animaux, de chaque classe, assez bien adaptés, il y en avait beaucoup de disgraciés et qui ne devaient être que des modifications ou des dégradations des types les plus parfaits. Enfin, après avoir déterminé, subjectivement et objectivement, les degrés vraiment typiques dont la réunion permet de comprendre tous les individus de la classe des mammifères, j'ai dû vérifier une notion complémentaire relativement aux animaux qui ont le plus embarrassé les zoologistes dans leurs classifications, et qui consiste à reconnaître, à la suite des dérivations directes par modifications ou dégradation, des êtres dans lesquels se trouvent mélangés les caractères essentiels de plusieurs types.

Je crois avoir concilié autant que possible, dans cette première application, les faits et les doctrines, et l'on peut se convaincre que pour la première fois, les mammifères s'y trouvent classés non plus en autant de cases qu'il y a d'espèces, mais dans l'ordre de leurs affinités les plus naturelles. Les avantages qui doivent en résulter pour l'enseignement de l'histoire naturelle et pour l'emploi du procédé comparatif, sont trop évidents pour que je doive ici les faire ressortir. Ils se manifesteront d'ailleurs avec une précision encore plus grande, par l'application suivante de cette nouvelle méthode à la classification des oiseaux.

§ II. — Détermination inductive des formes primaires chez les oiseaux.

Si la grande homogénéité de la classe des oiseaux a suscité beaucoup de difficultés de classement, elle a aussi provoqué des perfectionnements d'un grand intérêt dans la méthode. On peut bien reprocher à tous les arrangements adoptés les défauts qui résultent d'une appréciation équivalente accordée aussi bien aux types les plus parfaits qu'aux formations les plus dégradées; mais si l'on ne cherche dans ces classifications que des procédés de distinction entre les espèces, on ne saurait y méconnaître un grand talent technique. Bien persuadés aujourd'hui qu'on ne saurait saisir les relations intimes entre les espèces que par l'étude préalable des parties les moins modifiables chez les animaux qui nous paraissent le mieux adaptés, il faut, par la double méthode inductive et déductive, instituer, en ornithologie, les types essentiels qu'il est utile de considérer en première ligne, afin de comprendre toutes les modifications qui en dérivent soit directement soit par mélange.

L'induction résulte ici, comme pour les mammifères, d'un certain nombre de données empruntées aux conditions d'existence de l'être, à son mode d'activité, au degré de perfection réalisé dans les conditions statiques; sans négliger les indications spontanées du vulgaire, qui est ordinairement frappé par les formes les plus caractéristiques et les plus parfaites. L'organisation générale de l'oiseau constituant déjà au point de vue statique un cas

tout à fait spécial, on ne doit pas s'attendre à rencontrer dans cette classe des différences aussi tranchées que dans la classe si complexe des mammifères; mais on peut concevoir à priori, des caractères anatomiques assez saillants du moment où sous le rapport morphologique et dynamique on envisagera des cas bien distincts; d'après ces indications le lecteur le plus étranger aux connaissances biologiques va nous suivre aisément dans l'établissement des formes primaires.

La plupart des ornithologistes, depuis Belon, ont commencé l'histoire des oiseaux par l'aigle; je signalerai plus tard la modification spéciale proposée en faveur du perroquet par Blainville pour des raisons d'ailleurs bien différentes de celles de Lacépède; malgré tout, la priorité est restée au messager de Jupiter, et alors même que cet emblème de la civilisation militaire ne frapperait pas suffisamment notre attention, nous pourrions nous déterminer sur le parallèle tracé par Buffon entre l'oiseau céleste et le lion.

Nous trouvons en effet dans l'aigle royal tout ce qui doit légitimer un type : l'expression de la force, une adaptation parfaite pour le vol, une puissance visuelle proverbiale, des organes de préhension et d'attaque redoutables même pour des loups, et cérébralement toute la hardiesse que peut favoriser un tel ensemble de facultés. L'aigle reste donc pour nous une manifestation biologique du premier ordre; mais nous ne l'acceptons pas comme une commune mesure pour l'ensemble des oiseaux.

En effet, nous remarquons immédiatement que, sans cesser de présenter les caractères fondamentaux de cette classe, il est des individus spécialement conformés pour la course et d'autres comparativement aussi bien adaptés pour la natation, et en choisissant celui qui nage le mieux, le cygne, et celui qui court le mieux l'autruche, nous sommes immédiatement frappés par des types dont la distinction morphologique est irrésistible. Nous établissons donc subjectivement que l'aigle peut servir de patron et de mesure à un grand nombre d'oiseaux, mais statiquement et morphologiquement nous n'acceptons pas ce patron pour comprendre un cygne ou une autruche, pas plus que nous n'admet-

tons qu'une saine anatomie du lion puisse donner une idée réelle de l'homme ou du dauphin.

Ces trois types, ainsi reconnus par induction, paraissent au premier abord suffire pour la connaissance de l'ensemble des oiseaux. Cependant on ne tarde pas à discerner un cas intermédiaire dans lequel aucun des trois modes d'activité ne s'exerce d'une manière supérieure et qui par cela même peut réaliser, dans la forme totale, une grande perfection tenant précisément à ce que l'harmonie n'est troublée par aucune faculté en excès. Pour admirer l'aigle il faut le voir essorant, c'est ainsi du reste qu'on le représente le plus habituellement dans les arts de la forme. Au repos l'aigle a les ailes trop fortes et le cou trop court. On peut dire de même du cygne, qu'il ne faut pas le voir marcher pour l'admirer. Au contraire, l'harmonie générale de la plupart de nos gallinacés se révèle par une forme plus parfaite. Le point de vue esthétique nous fait donc accepter comme type, l'ancien symbole de la vigilance. Ainsi l'aigle, le coq, le cygne et l'autruche sont les types morphologiques les plus caractéristiques qui s'offrent spontanément à notre esprit, et qui tout en ayant de profondes analogies anatomiques et physiologiques nous paraissent parfaitement distincts au point de vue de la forme. Il ne s'agit plus maintenant que de vérifier par l'étude directe des parties les plus fondamentales du squelette, s'il y a concordance entre l'abstrait et le concret.

§ III. — Examen comparatif des quatre types ornithologiques, aigle, cygne, coq et autruche.

L'uniformité du mode de station chez les oiseaux détermine une ressemblance générale entre les individus de cette classe. Tous les oiseaux sont bipèdes, non pas à la façon de l'homme, mais par une sorte d'accroupissement propre à leur mode de station, et qui ne saurait être même rapproché de celui du kanguroo chez lequel la queue constitue dans la position accroupie un troisième pied indispensable. Par suite de la flexion statique de la cuisse sur la jambe, le tronc de l'oiseau est affaissé entre les genoux et se trouve suspendu dans une position plus ou moins

oblique par rapport à l'axe de rotation de la tête des fémurs. Cette obliquité varie suivant la relation qui existe entre les dimensions générales du thorax, la longueur des fémurs et la longueur du bassin, en arrière de l'articulation coxo-fémorale. Le tronc, enveloppé en arrière et sur les côtés par les cuisses et le commencement des jambes, protégé en avant par le squelette des ailes, présente un aspect tout spécial résultant essentiellement de la forme du sternum, du développement particulier des os de l'épaule et de la fusion partielle du bassin avec le thorax. Malgré cet ensemble de spécialités, on peut, sans obscurité, sous le rapport des analogies, comparer ce squelette à celui des autres vertébrés, mais au point de vue morphologique il constitue une manifestation originale dont aucun animal, soit vivipare, soit ovipare, étranger à cette classe, ne peut donner une idée.

La seule considération des différents degrés de simplicité dans les apophyses transverses des vertèbres nous a permis d'établir entre les types mammifères des différences tranchées et l'on a pu suivre avec netteté ces différents degrés de l'échidné à l'homme. Il ne sera pas possible dans un squelette aussi spécial que celui des oiseaux de s'en tenir à cet élément, et il faudra toujours recourir à l'ensemble du tronc pour préciser les différences typiques. Avant de faire l'examen comparatif des parties qui le constituent, je procéderai par une comparaison générale.

Le tronc chez l'aigle est ramassé et compacte, les apophyses et les crêtes y sont bien distinctes ; les os furculaires et les caracoïdiens sont épais, le sternum plein et solide. Le bassin, plus étendu du thorax aux cavités cotyloïdes que de ces cavités à la queue, forme une pièce dont toutes les parties sont bien ossifiées ; le cou est formé par treize vertèbres, la tête est forte, le bec recourbé à sa pointe. Les membres pectoraux par la longueur de l'humérus protégent le thorax et une partie du bassin ; le membre postérieur, vigoureux, se termine par quatre doigts dont les phalanges onguéales sont armées de longues serres arquées.

Chez le coq le tronc est léger, les os minces, les apophyses et les crêtes peu marquées, la fourchette grêle, le sternum profon-

dément échancré en arrière, de chaque côté du brechet; le bassin aussi étendu en arrière des cavités cotyloïdes qu'en avant, le cou léger, la tête proportionnée, le bec petit; les membres pectoraux peu développés et les abdominaux bien proportionnés.

Dans le squelette du cygne le tronc est très-développé, les os sont très-minces et poreux, les apophyses et les crêtes très-adoucies, le bassin plus développé en arrière des cavités cotyloïdes qu'en avant, la fourchette, assez forte, ne dépasse pas en dehors le plan des coracoïdiens; le corps du sternum est allongé, le cou composé de vingt-trois vertèbres, le bec grand et large; le membre pectoral, très-développé, dépasse par l'extrémité inférieure de l'humérus l'articulation des fémurs; les membres abdominaux, grêles, se terminent par des doigts très-allongés.

Chez l'autruche l'apparence générale des os rappelle celle des squelettes de la première classe, bien que sous le rapport du poids spécifique les os soient, comme chez tous les oiseaux, beaucoup plus légers que chez les mammifères. L'ensemble de ce squelette présente d'ailleurs une grande harmonie; le thorax, court, est bien charpenté; les coracoïdiens s'unissent solidement au sternum; le bassin, bien développé en avant et en arrière, est d'une forme caractéristique, et le cou, aussi bien que les membres abdominaux, est bien proportionné avec le tronc. Ces premières remarques générales établissent déjà entre la physionomie des quatre types des différences assez notables, qu'il faut maintenant préciser par l'analyse des principales parties.

D'après la loi de subordination établie dans mon programme de morphologie, j'étudierai successivement dans le tronc, le rachis, le bassin et le sternum.

Les premières vertèbres thoraciques chez les oiseaux ont un corps plus étroit au milieu que vers les faces articulaires, elles présentent sur la ligne médiane, du côté du thorax, une apophyse épineuse simple qui disparaît vers la troisième vertèbre thoracique et qui, du côté cervical, se sépare en deux éléments qui divergent de plus en plus et finissent par se fusionner dans les bourrelets latéraux des vertèbres cervicales. L'anneau de la vertèbre comprend les éléments suivants : quatre apophyses articu-

laires, deux antérieures, deux postérieures, une apophyse épineuse comprimée et coupée carrément et deux apophyses transverses plates.

Mes études comparatives précédentes sur l'élément transverse des vertèbres chez les mammifères conduisent naturellement à son appréciation spéciale chez les oiseaux; mais nous pouvons tout d'abord prévoir que sa très-grande simplicité ne pourra plus ici fournir des moyens précis de déduction. En comparant ces apophyses à celles dont nous avons étudié les métamorphoses, on peut établir que, dans un parallèle entre les deux premières classes, cette apophyse transverse des oiseaux, correspond chez les mammifères, à la partie qui surmonte les apophyses articulaires antérieures. Nous avons donc ici un exemple nouveau de ces transformations par lesquelles la nature reproduit les mêmes formes avec des éléments différents, principe très-capital de morphologie sans lequel on est très-disposé à considérer comme des caprices de la nature, les principaux témoignages qu'elle nous offre des lois qui la dirigent.

Chez l'aigle, l'apophyse transverse, aplatie, se détache bien nettement de l'anneau vertébral, au niveau de l'apophyse articulaire antérieure dont elle figure une sorte d'expansion; le reste du corps de la vertèbre est libre sur les côtés; il en résulte à la région dorsale une apparence caractéristique résultant de l'alternance entre les parties munies d'une expansion et celles qui en sont dépourvues. Les apophyses articulaires postérieures dépassent légèrement le bord postérieur des apophyses épineuses; celles-ci, comprimées en lames quadrilatères, forment une crête continue tout en restant distinctes. En suivant la transformation des apophyses transverses à la région cervicale, on les voit s'amoindrir et se rabattre de plus en plus sur les apophyses articulaires antérieures dont elles dépendent; à la région thoracique cette apophyse présente chez l'aigle une particularité : son bord externe se prolonge en deux pointes dirigées l'une en avant, l'autre en arrière, qui se réunissent aux pointes correspondantes des vertèbres voisines et ferment sur les côtés les espaces compris entre les éléments transverses, de telle sorte qu'en regardant le sque-

lette du côté de la région dorsale, on remarque de chaque côté de l'épine, une série d'éminences formées par les apophyses articulaires postérieures, puis les espaces compris entre les éléments transverses, et enfin les crêtes continues formées par la soudure des pointes qui terminent les bords libres des éléments transverses.

Chez le coq, l'apparence est entièrement différente parce que les apophyses épineuses dans la région thoracique et lombaire se fusionnent en une seule lame; il en est de même pour les apophyses transverses, et ce n'est qu'à la région cervicale que les apophyses redeviennent distinctes. Ainsi la seule considération de l'épine établit entre ces deux types une différence des plus tranchées.

Chez le cygne, l'opposition est moins grande parce que les apophyses épineuses et transverses restent distinctes comme chez l'aigle, mais il y a néanmoins dans l'aspect général et les proportions des caractères assez précis. Les apophyses épineuses sont beaucoup moins saillantes que chez l'aigle, tandis que leur étendue d'avant en arrière est plus grande; et au lieu d'être droites elles sont inclinées en avant. La même relation existe pour les expansions transverses qui sont plus larges que saillantes et qui sont très-inclinées en avant. Quant aux pointes que nous avons décrites sur les éléments transverses de l'aigle, elles constituent ici un phénomène d'ossification accidentel plus général. Sur des squelettes de cygnes bien ossifiés, on remarque des pointes semblables prolongeant en arrière les apophyses articulaires postérieures, et l'on en voit aussi le long de l'épine, accolées contre le bord libre des apophyses épineuses et se présentant comme une bifurcation de l'angle postérieur du bord épineux de ces apophyses. Les vertèbres sont plus longues chez le cygne que chez l'aigle, et les apophyses épineuses antérieures sont plus saillantes. D'ailleurs nous verrons plus loin d'autres caractères essentiels séparer le squelette du cygne de celui de l'aigle. Nous n'insisterons donc pas davantage sur cette conformation de la portion dorsale de l'épine qui, dans les deux types, a sa physionomie propre.

Chez l'autruche, les vertèbres comme les autres os ont une analogie d'aspect avec celles des mammifères, et l'on ne retrouve plus dans ce squelette la finesse des lames compactes qu'on remarque chez l'aigle, ou la porosité de celui du cygne et du coq. Morphologiquement les caractères sont également très-distincts ; dans les premières vertèbres thoraciques le corps de la vertèbre, allongé et comprimé au milieu, se termine, en arrière, par une surface articulaire convexe transversalement et légèrement concave de haut en bas ; la face articulaire antérieure est configurée en sens inverse ; sur les côtés de la partie antérieure on voit que la facette articulaire destinée à la tête de la côte correspondante est supportée par un pédicule. Les apophyses épineuses, au lieu de concourir à une crête uniforme et continue, vont en décroissant du bassin vers le cou, et à partir de la dernière cervicale on les voit se séparer en arrière en deux éléments, tandis que dans l'épaisseur de la partie encore fusionnée en une épine unique, on remarque un canal. Quant aux apophyses transverses, elles se rapprochent, au commencement du thorax, de l'apophyse articulaire antérieure, et leur extrémité libre s'articule avec la tubérosité de la côte sans former des expansions autour de la partie articulaire. De la première vertèbre thoracique à la cinquième, ces éléments se modifient dans leur forme et leur direction ; en même temps que les apophyses transverses s'allongent, on les voit se porter de plus en plus obliquement en arrière, tout en demeurant bien distinctes des apophyses articulaires postérieures. Après la cinquième dorsale cette apophyse se soude à l'os coxal.

Après ces premières remarques sur la partie centrale du squelette, je vais aborder une nouvelle série de caractères empruntés aux autres parties du tronc.

Dès 1815, Blainville, convaincu que l'anatomie seule pouvait servir de base aux caractères extérieurs employés en zootaxie, dont ceux-ci ne devaient être pour ainsi dire que la traduction, rechercha dans les parties fondamentales du squelette des oiseaux un moyen ou de vérifier les classifications établies ou d'en établir une nouvelle. Le sternum et ses annexes attirèrent particulièrement

son attention, et le point de vue dynamique fit prévaloir chez lui la considération exclusive de cette partie du squelette. Le sentiment de ce biologiste, quoique imparfait dans cette circonstance, déterminait dans le classement une innovation des plus caractéristiques, puisqu'on se décidait enfin à rechercher les traits essentiels de la nature des animaux, non plus dans les manifestations accessoires, mais dans des parties plus absolues. Assurément nous pourrons un jour déduire rigoureusement l'intérieur d'un être de la seule connaissance de son extérieur, mais il faut auparavant prendre la peine d'étudier avec une bonne méthode cette composition intérieure, et une fois cette partie du problème bien déterminée, il faudra découvrir les lois des relations qui lient la composition intérieure avec la forme totale, ce qui me paraît encore très-vaguement apprécié malgré la grande quantité de travaux effectués en anatomie comparée. Le travail caractéristique de Blainville fut accompli sous la même impulsion qui le détermina plus tard à la vaste entreprise d'une ostéographie, malheureusement inachevée. Toutes les recherches du même genre ont été le prélude d'une théorie nouvelle dans laquelle toute analyse d'un organisme est conduite par le principe général de la subordination des parties dans tout système d'organes : principe que j'ai suffisamment généralisé dans mon programme de morphologie, et que j'ai formulé dès 1851 pour le cas particulier de l'intestin. D'après ce principe, quoi qu'on fasse on ne pourra déterminer la signification réelle d'un animal et ses affinités prochaines ou éloignées avec les autres qu'en s'appuyant sur la considération des parties les moins modifiables ; et tant que les zoologistes s'arrêteront aux caractères les plus éventuels sans connaître rigoureusement leurs relations avec l'organisation intérieure des animaux, ils donneront toujours raison à Buffon.

Blainville, interrogeant une pièce fondamentale du tronc des oiseaux pour rectifier une classification qui jusque-là n'était basée que sur la considération du bec et des pattes, devait se rapprocher autant que possible de la solution du problème. Mais, d'une part, il n'envisagea qu'une partie des éléments de la question, et d'autre part, il recherchait surtout de nouveaux faits en faveur

de la démonstration concrète de la série animale. Il était d'ailleurs bien pénétré de l'insuffisance des procédés employés jusqu'à lui. Il le manifesta très-explicitement à propos des rectifications de M. Florent Prévost relativement au merle à épaulettes qui n'est qu'un échenilleur, à l'échenilleur noir qui n'est que la femelle de cet échenilleur à épaulettes, et à l'échenilleur jaune qui n'est que le second âge de cette même espèce. « Cette observation, dit-il, nous montre combien nous sommes encore peu avancés, non-seulement sur la distribution méthodique des oiseaux, parce que jusqu'ici on s'est presque toujours servi pour y parvenir de la considération du bec et des pattes, et même étudiés d'une manière extrêmement superficielle, mais bien plus, que nous n'avons encore aucun moyen un peu certain pour distinguer les espèces. » Malgré cette innovation caractéristique à laquelle ma nouvelle méthode donnera sa véritable importance, Blainville ne fit alors que démontrer la grande confusion qui régnait dans l'ordre des passereaux et celui encore plus artificiel des échassiers.

Mais je ne dois pas omettre de signaler, dans les travaux d'ornithologie de Cuvier, une tendance qui, sans être aussi systématique, est encore plus décisive en faveur de la méthode que je propose. En effet, toutes les fois que Cuvier s'est trouvé embarrassé pour la position des oiseaux un peu complexes, il s'est adressé non pas seulement au sternum, comme Blainville, mais à l'ensemble du tronc. On peut le remarquer dans son *Ostéologie comparée* à propos du messager et surtout du touraco et du mégapode. Utilisant l'ensemble de ces travaux préliminaires, je vais essayer de caractériser l'ensemble du tronc dans les quatre types ornithologiques.

Le sternum, placé à la paroi inférieure et antérieure du tronc, contient chez les oiseaux le foie, le cœur et une grande partie des viscères de la digestion. Sa face viscérale est toujours concave et l'inférieure toujours convexe. La première n'offre de remarquable que les trous en nombre variable par où l'air pénètre dans le tissu diploïque, la seconde présente ordinairement dans le milieu une crête qui se termine en arrière avec le sternum et

qui se relève en avant pour former l'angle de la crête sternale. La crête elle-même a reçu aussi le nom de brechet ou de quille. Le bord antérieur ou cervical, plus ou moins courbé, offre souvent sur le milieu une apophyse dite médiane ou épisternale, et de chaque côté le sillon articulaire des coracoïdiens ; et au point de réunion de ce bord avec le bord costal, une apophyse latérale. Le bord abdominal est plus ou moins entier, droit, ou convexe, ou concave ; d'autres fois il offre de chaque côté un trou, ou bien une ou deux échancrures, et dans ce dernier cas, il y a à considérer une apophyse médiane et deux latérales paires, les antérieures et les supérieures. Le bord costal, plus ou moins long, plus ou moins excavé, est ou occupé par l'articulation des côtes, ou en partie libre. Toutes les parties qui s'articulent plus ou moins solidement avec le sternum constituent ses annexes ; l'os furculaire, l'analogue des clavicules des mammifères, suspendu au devant du sternum, et se soudant quelquefois avec lui ; présentant, suivant les cas, une apophyse plus ou moins considérable à sa symphyse ; les coracoïdiens constants chez les oiseaux, s'articulant à l'omoplate et au sternum ; enfin les côtes sternales vraies.

En abordant l'étude des traits spéciaux aux différentes espèces, Blainville a été naturellement frappé des caractères tranchés offerts par les rapaces. « Les oiseaux de proie, dit-il, que les ornithologistes sont tous d'accord pour séparer en un groupe bien distinct, qu'ils caractérisent par la forme du bec et des ongles, ne se distinguent pas moins par l'ensemble de l'organisation..... Sous le rapport qui nous occupe, ils forment un type particulier. » Cela est indubitable ; seulement il fallait apprécier ce qu'il y a d'essentiel dans le sternum de l'aigle, afin de ne pas étudier ensuite au même titre chez les perroquets, chez les grimpeurs, chez les oiseaux de proie nocturnes, chez les *Picæ* de Linné, des manifestations qui ne sont plus que des changements accessoires dans la forme primaire et non des formes typiques. Voici d'ailleurs ces caractères essentiels : le sternum de l'aigle est grand par rapport à la masse du tronc ; il est plus long que large, parallélogrammique, courbé dans les deux sens, mais sur-

tout transversalement. Les parties latérales sont assez convexes : la crête sternale, saillante, règne dans presque toute la longueur du sternum ; son bord inférieur est assez convexe et l'antérieur excavé dans toute sa longueur. Ce dernier bord est à peu près dans le plan qui passe par le milieu des articulations coracoïdiennes. Le bord cervical du sternum a son apophyse moyenne assez épaisse. Les sillons articulaires sont larges et très-obliquement dirigés. Ce bord se termine en dehors par des apophyses latérales aiguës et médiocrement saillantes. Le bord abdominal est ordinairement droit et plein ; d'autres fois il est légèrement échancré ; je l'ai observé avec un angle saillant au milieu, sur un sternum de l'aigle à tête blanche, mais ce n'est qu'un accident. Il arrive aussi que vers l'angle, de chaque côté, on observe un trou ovalaire ; c'est même le cas le plus ordinaire chez les vautours. En somme, dans la forme typique ce bord n'est point découpé. Le bord costal est droit; la portion articulaire en occupe environ les deux tiers et les côtes sternales sont au nombre de sept. Les coracoïdiens, d'un quart environ plus courts que le sternum, sont très-forts et surtout remarquables par la largeur de leur extrémité articulaire inférieure. L'os furculaire indique, comme tout le reste de l'appareil, une grande puissance de vol ; il est fort large et très-arqué, de manière que les deux épaules sont éloignées l'une de l'autre ; chaque branche est large, comprimée et fortement recourbée d'avant en arrière, et l'on remarque un petit appendice en arrière et en haut de la symphyse.

Le sternum du coq, qui n'a pas moins frappé Blainville que celui de l'aigle, présente un ensemble de traits dont les modifications accessoires permettent d'établir une très-grande homogénéité dans les dérivés de ce type. Cuvier a insisté avec raison sur les différences ostéogéniques des gallinacés par rapport aux autres ordres d'oiseaux, pour faire ressortir l'absolutisme des doctrines sur l'unité de composition. Ces différences, chacun peut les lire au Muséum, grâce aux excellentes préparations de M. Rousseau ; elles démontrent que chez les gallinacés le sternum est d'abord composé de cinq os ; un impair, auquel appartient la crête et dont l'ossification marche à la fois vers l'avant et vers

l'arrière; deux pairs, antérieurs, de forme triangulaire, auxquels s'articulent les côtes et dont l'ossification va de dehors en dedans; et deux pairs, postérieurs, en forme de fourche, dont les deux branches s'ossifient d'avant en arrière. Ce n'est que plus tard que les cinq pièces se soudent de manière à laisser de chaque côté deux grandes échancrures. « L'ordre des gallinacés, dit Blainville, bien distinct par les mœurs, les habitudes et par presque tous les points de l'organisation, ne l'est pas moins sous le rapport qui nous occupe. » En effet, le sternum du coq n'est pas moins caractéristique que la partie thoracique de la colonne vertébrale.

Tout le corps de l'os paraît consister dans un brechet long, saillant, triangulaire, légèrement convexe à son bord inférieur, et se terminant en pointe en arrière ; tandis que le bord antérieur du brechet, épais et légèrement excavé, est formé par deux crêtes qui descendent du milieu de la surface articulaire des clavicules, en laissant entre elles une sorte de sillon quelquefois percé d'un trou ovale plus ou moins considérable. Le bord antérieur présente dans son milieu une apophyse médiane comprimée, assez large, plus épaisse à son bord supérieur, tranchante à l'inférieur, et qui proémine entre l'espace qui sépare les coracoïdiens. Les apophyses latérales sont également assez saillantes. Le bord postérieur est très-profondément découpé par deux grandes échancrures dont l'inférieure est toujours la plus grande ; des deux apophyses qui les séparent, l'inférieure ou interne est toujours la plus grêle et la plus longue, quoiqu'elle ne le soit pas autant que la pointe du sternum. La supérieure ou externe est beaucoup plus courte, et elle s'élargit en fer de hache à son extrémité. Le bord latéral est à peine la moitié de la longueur totale du sternum ; fortement excavé au milieu, c'est dans cette partie formant le tiers de la longueur, que s'articulent les côtes sternales, au nombre de quatre seulement. Le tiers antérieur est formé par l'apophyse sous-clavière, et le postérieur par l'apophyse externe du bord postérieur du sternum. Les coracoïdiens sont courts et assez forts ; l'os furculaire est faible, ses branches sont grêles et présentent au point de leur symphyse une apophyse assez grande,

tranchante, qui n'atteint pas le brechet dont le bord antérieur fuit en arrière.

Le sternum du cygne, comme dans les deux types précédents, doit être moins examiné dans ses détails que dans son ensemble. Bien développé dans tous les sens, d'une courbure régulière d'avant en arrière, il présente une crête médiane qui mérite bien ici la dénomination de quille, et qui, saillante en avant, se réduit graduellement à une crête vers le bord postérieur de l'os. Les deux lames qui la constituent sont fréquemment écartées en avant pour recevoir une anse de la trachée-artère. Le bord antérieur est concave, et au lieu de fuir en arrière comme chez les gallinacés, il se porte encore plus en avant que dans l'aigle, de manière que l'angle du brechet correspond à l'apophyse médiane du bord cervical. Ce dernier se décompose en deux bords obliques, se réunissant au milieu sur une apophyse médiane aplatie et quelquefois assez saillante ; à partir de cette apophyse les deux sillons articulaires, très-longs, se portent en arrière et en dehors et se terminent à l'apophyse latérale, faisant saillie en arrière des clavicules. Le bord latéral, légèrement convave, quelquefois droit et très-rarement convexe, s'élargit pour s'articuler avec les côtes dans presque toute son étendue. La partie articulaire s'étend en effet de l'apophyse latérale du bord antérieur à l'apophyse externe du bord abdominal, qui est toujours échancré de chaque côté du milieu et qui présente quelquefois une petite échancrure médiane, mais en général ce milieu est plein et s'élargit en une large apophyse qui limite en dedans les échancrures latérales. Les coracoïdiens sont larges et épais, leur longueur est moitié de celle du sternum, leur articulation sternale, très-allongée, est surmontée en dehors par une petite apophyse. Chez l'aigle, cette apophyse fait suite à la partie articulaire et prolonge la base des coracoïdiens en arrière et en dehors de l'articulation. Cette même apophyse est presque nulle chez les gallinacés qui ont l'apophyse latérale du bord antérieur très-saillante en avant. L'os furculaire, très-développé, semble par la convexité de ses branches continuer en avant la courbe de la quille, et sa symphyse, très-refoulée en arrière, quand la trachée s'engage

dans le brechet, ne porte pas d'apophyse, comme dans les deux types précédents.

Le sternum de l'autruche, dans sa forme, sa disposition, ses annexes, diffère profondément des types précédents : configuré comme un bouclier, il est plus large en avant qu'en arrière, et présente au lieu de la quille, une crête mousse en avant et une tubérosité aplatie en arrière. Son bord antérieur, convexe, se termine par des apophyses latérales fortes et anguleuses. De chaque côté du milieu la lame externe se sépare pour former les sillons obliques destinés à l'articulation des coracoïdiens. Les deux angles postérieurs se prolongent en une lame obtuse ; entre ces angles, les bords latéraux, épais, s'articulent avec cinq côtes. Le bord postérieur, par suite du prolongement des angles postérieurs, forme une vaste échancrure interrompue vers le milieu par deux élevures mousses latérales et par une petite apophyse médiane. L'ossification de ce large bouclier bombé commence constamment par deux points d'ossification aux angles latéraux qui s'étendent jusqu'à se toucher et se confondre. Cette ossification par deux points est commune à un grand nombre de familles et en particulier aux dérivés de l'aigle et du cygne. On peut voir sur les préparations de M. Rousseau que dans les sternums à quille autres que ceux qui dérivent du coq, l'ossification, à partir des deux côtés, s'avance vers le milieu et vers l'arrière, gagne la crête, l'occupe et va entourer les trous ou les échancrures du bord postérieur lorsqu'il doit y en avoir. Dans quelques cas on voit un troisième centre d'ossification se manifester à la base de la quille. Les os de l'épaule, chez l'autruche, ont morphologiquement les caractères les plus distincts : l'omoplate, la clavicule et le coracoïdien ne forment qu'un os. Le coracoïdien seul s'articule au sternum et les clavicules restent séparées et s'articulent par leurs extrémités aux coracoïdiens.

Tels sont les différents aspects du sternum et ses annexes chez les quatre types ornithologiques.

Aujourd'hui que la détermination de ces pieces est acquise à la biologie par les travaux de la philosophie anatomique, nous pouvons enfin nous reposer avec intérêt sur des manifestations mor-

phologiques, qu'il fallait d'abord rejeter au dernier plan pour établir la méthode féconde des analogies, et qui reprennent aujourd'hui le premier rang, au point de vue statique et dynamique. En étendant actuellement ces remarques comparatives à l'étude du bassin, nous achèverons d'embrasser les caractères fondamentaux du tronc chez les oiseaux ; et si nous trouvons ici une nouvelle confirmation de nos *à priori*, nous pourrons ensuite aborder sans confusion la partie déductive.

Les analogies du bassin entre les oiseaux et les autres classes seront appréciées dans la théorie complète du squelette. Je n'aurai ici qu'à insister sur quelques traits morphologiques. Cuvier a été frappé des différences de proportion entre les diverses parties du bassin, et il a insisté avec raison sur leurs relations avec le mode de station et de locomotion. Il est intéressant de noter que ses descriptions portent essentiellement sur les types que je propose parce que les formes y sont mieux caractérisées que dans les espèces intermédiaires. Au point de vue de la forme et des connexions, on peut dire que chez l'oiseau, le bassin est aussi caractéristique que le sternum lui-même, et la notion des pièces osseuses une fois établie par les analogies et les homologies, on ne peut s'empêcher de considérer ce bassin comme une formation originale dont les mammifères, pas plus que les reptiles, ne peuvent expliquer la généalogie, et sans recourir à des termes aussi distincts, j'ajouterai que la démonstration de cette généalogie même bornée à la classe des oiseaux, aura toujours l'arbitraire des propositions purement métaphysiques.

Le bassin chez l'aigle, le coq, le cygne et l'autruche diffère essentiellement par la forme, les proportions et les connexions. Sous le rapport des proportions relatives entre la portion du bassin qui est en avant des cavités cotyloïdiennes et celle qui est en arrière, nous reconnaissons d'abord que, chez l'aigle, la partie antérieure est plus longue que la postérieure ; que chez le coq, ces deux parties sont à peu près égales ; tandis que la partie postérieure est une fois et demie aussi longue que l'antérieure chez le cygne et deux fois aussi longue chez l'autruche. Quant aux apparences on ne saurait les confondre.

Chez l'aigle, le bassin antérieur est largement creusé de chaque côté par les fosses iliaques, concaves dans les deux sens, et qui s'étendent en arrière de manière à contourner toute la partie supérieure du rebord cotyloïdien ; les crêtes qui délimitent en dedans ces deux fosses sont courbées et s'adossent sur la ligne médiane à la manière des branches d'un x. Au niveau de la dernière côte sternale et de l'asternale lombaire, les crêtes, d'abord fusionnées avec l'épine, se séparent en arrière et laissent entre elles une dépression triangulaire. En arrière de l'articulation des fémurs, la face externe et supérieure présente une surface quadrilatère se confondant en avant avec la fosse triangulaire, percée de plusieurs trous de chaque côté de la ligne médiane, échancrée au bord postérieur et limitée en dehors par une crête saillante qui sépare cette surface des parties latérales de l'os. Ces parties latérales, en arrière de la cavité cotyloïde, regardent directement en dehors ; elles sont creusées en fosses et présentent près de l'articulation, le trou ovale et le grand trou ischiatique résultant de la soudure partielle de l'ischion avec un prolongement postérieur de l'os des iles. Chez l'aigle, le trou ovale est petit, et le pubis, très-grêle, après avoir formé le trou ovale, s'accole le long du bord inférieur de l'ischion et se prolonge en une apophyse longue et mince au delà de l'extrémité de cet os. La face inférieure ou interne du bassin offre sur la ligne médiane, la série des corps des vertèbres, ossifiés en une seule pièce de l'avant-dernière vertèbre thoracique jusqu'à la queue. Cette colonne osseuse, avec ses expansions latérales répondant soit aux rudiments des côtes, soit aux apophyses transverses, est logée dans le centre de la gouttière formée par les os coxaux. Cette gouttière, large au thorax, se rétrécit aux lombes pour s'élargir de nouveau avant les cavités cotyloïdes. Au niveau du fond de ces cavités, les expansions transverses sont interrompues et reparaissent immédiatement après jusqu'à la queue.

Dans le bassin du coq toute la partie située en arrière des cavités cotyloïdes est beaucoup plus développée que dans le premier type, soit en longueur, soit en largeur. Les deux crêtes qui bordent en dedans les fosses iliaques externes se séparent aux

lombes, et au lieu d'une fosse triangulaire pleine, on voit, au milieu, les apophyses épineuses reparaître sous forme d'une lame ; et de chaque côté on observe une série de trous correspondants aux intervalles des éléments transverses. A partir des cavités cotyloïdes la partie postérieure de l'os coxal et le sacrum, au lieu de se recourber brusquement en bas comme chez l'aigle, se continuent en arrière en suivant le plan de la partie antérieure. Le bord postérieur, au lieu de se continuer avec le bord des ischions, se termine par une apophyse saillante en arrière ; on trouve également sur le bord latéral de l'os coxal, en avant de l'articulation fémorale, une apophyse assez prononcée. Ce qui frappe le plus à la face interne ou inférieure du bassin, c'est la grande fosse iliaque interne résultant du grand développement en largeur de l'os coxal au niveau des articulations fémorales. Dans le bassin plus étroit de l'aigle, les premiers éléments transverses du sacrum séparent cette grande fosse en deux parties.

Chez le cygne, le bassin, très-allongé, offre en avant une crête médiane continue du thorax aux cavités cotyloïdes. Ce n'est qu'à partir de ce point que les deux lignes très-adoucies qui limitent les fosses iliaques se séparent. Ces fosses encore creusées dans les deux sens près de l'extrémité antérieure ne le sont plus ensuite que d'avant en arrière. Immédiatement après la crête médiane, le milieu de l'os est creusé d'un sillon profond jusqu'à la queue. Les faces latérales de la partie postérieure s'unissent sans interruption avec la face supérieure. Les trous ischiatiques sont peu étendus et les pubis, après la formation d'un petit trou ovale, se séparent des ischions pour ne plus s'articuler avec eux jusqu'à leur extrémité. A partir de ce point, les pubis prolongés se rapprochent l'un de l'autre sans s'atteindre et se terminent par un épanouissement en fer de hache. La surface inférieure du bassin ne diffère pas moins des types précédents. La colonne formée par la réunion des corps vertébraux s'étend dans la gouttière des os coxaux ; elle résulte de la réunion d'un plus grand nombre de pièces que dans le bassin de l'aigle et du coq. Elle est surtout très-étendue des cavités cotyloïdes à la queue, et se relie, dans cette région, aux lames postérieures des os coxaux,

par huit paires d'éléments transverses ; le bord externe de cette grande gouttière formée par les os coxaux, continue chez l'aigle, est interrompue ici par une éminence.

Chez l'autruche, nous trouvons dans le bassin, aussi bien que dans le sternum, une conformation toute spéciale. Sa grande étroitesse eu égard à sa longueur, la disposition des lames postéieures de l'os coxal relativement à la colonne vertébrale, la longueur des ischions qui ne se soudent pas en arrière à l'os coxal, la longueur plus grande encore des pubis qui se réunissent aux ischions de manière à former des trous ovales, et leur réunion complète en symphyse donnent un aspect si particulier à cette partie du tronc, qu'il est inutile de décrire toutes les particularités qui la séparent du bassin des trois types précédents. Nous avons ainsi accompli les descriptions essentielles à l'établissement irréfutable de quatre types ornithologiques distincts. Les appendices ayant été très-bien décrits par les auteurs de zoologie, et les caractères qu'ils fournissent n'étant propres qu'aux divisions secondaires, je ne les mentionnerai qu'en ordonnant les espèces par rapport aux types primaires.

(*La fin au prochain numéro.*)

OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES

SUR

LA COUCHE MUSCULEUSE SOUS-MUQUEUSE

DE L'INTESTIN DES MAMMIFÈRES

Par M. Louis FASCE,
Professeur à l'Institut technique
et Prosecteur de physiologie à l'Université de Palerme.

Tous les histologistes connaissent une couche de fibres musculaires qui au-dessous des glandes en tube de Galleati (appelées par d'autres, glandes de Lieberkühn) s'entrelacent en directions opposées, mêlées à des fibres du tissu conjonctif.

Dans la physiologie du professeur Albini, j'ai lu la description

de deux couches distinctes, l'une longitudinale et annulaire, l'autre plus intérieure ; mais je n'ai jamais trouvé la description complète de ces fibres musculaires telles que j'ai eu plusieurs fois occasion de les observer (1).

Il est facile de démontrer immédiatement au-dessous des glandes intestinales ci-dessus, trois couches musculaires, séparées par une autre couche bien distincte de tissu conjonctif. Cette disposition générale dans l'intestin de l'homme, du duodénum jusqu'au rectum, est surtout visible dans l'intestin du chien sur qui tous les éléments musculaires sont plus développés.

On peut durcir dans l'alcool ou faire dessécher à l'air un morceau de l'intestin de manière que la muqueuse reste étendue et que soient bien conservés les rapports des divers tissus qui la composent. Sur les parties desséchées on fait des coupes plus fines et plus transparentes que sur celles qui sont durcies dans l'alcool, et c'est pour cela que j'ai préféré cette méthode.

La figure 1 (pl. XIX) est la section transversale de l'intestin côlon du chien, d'abord plongé pendant quelque temps dans de l'eau ordinaire et traité après avec une très-légère solution d'acide acétique. Sa couche musculeuse sous-muqueuse est vue au grossissement de 120 diamètres.

Les petits anneaux, en *b*, sont des fibres-cellules musculaires lisses ; elles s'assemblent en plus grand nombre au-dessous des glandes pour former la couche *c* qui a l'épaisseur de 2 centièmes de millimètre. Ces fibres musculaires, tant dans les coupes transversales que dans les longitudinales, se montrent toujours divisées transversalement ou en direction à peine oblique par rapport à leur longueur. C'est pour cela qu'on doit les considérer comme disposées circulairement eu égard à chaque tube glandulaire. La lettre *d* montre une couche de tissu conjonctif de l'épaisseur d'un centième de millimètre : cette couche, quoique moins épaisse, se

(1) Je dois remercier ici M. le professeur Piccolo, car grâce à sa bonté j'ai trouvé dans le laboratoire de physiologie expérimentale de Palerme tout ce que je pouvais désirer pour faire ces recherches et d'autres sur l'anatomie du limaçon auditif, sur le système nerveux des invertébrés, etc. Je dois les dessins qui accompagnent cette note à l'obligeance de M. le professeur Randacio.

voit même dans les sections intestinales examinées simplement dans de l'eau, sous forme d'une ligne claire interposée aux couches musculaires. La couche *e*, de l'épaisseur de trois centièmes de millimètre, est composée de fibres-cellules que nous voyons ici dans le sens de leur longueur parce qu'elles sont annulaires par rapport à l'intestin. La couche *f* a l'épaisseur de dix centièmes de millimètre et elle est formée de fibres-cellules qu'on voit coupées transversalement parce qu'elles sont disposées longitudinalement par rapport à l'intestin. Ces fibres sont réunies en faisceaux, entourées et séparées à la fois par du tissu conjonctif. Dans la même figure le tissu sous-muqueux et la tunique musculeuse sous-séreuse sont indiqués par les lettres *g h i*.

La figure 2 montre une section longitudinale du même intestin côlon (la distribution des lettres est la même que dans la figure 1, *abcd*). Mais les fibres musculaires de la couche *e* sont coupées transversalement et nous voyons en long les fibres de la couche *f*.

J'ai observé la même distribution de ces éléments musculaires sur l'homme et sur le lapin. J'ai répété plusieurs fois ces observations en examinant les sections intestinales sans aucun réactif autre que l'eau ordinaire.

On ne peut avoir aucun doute sur la nature musculaire des couches que je viens de décrire parce qu'on peut en isoler les fibres et en constater les caractères.

Ainsi la couche musculeuse sous-muqueuse de l'intestin est composée :

1° De fibres musculaires qui entourent les tubes glandulaires et qui se disposent au-dessous des mêmes glandes et toujours dans la même direction ;

2° D'une couche de tissu connectif qui sépare tout à fait les fibres annulaires des glandes des couches plus extérieures ;

3° D'une couche de fibres musculaires circulaires par rapport à l'axe de l'intestin ;

4° D'une couche de fibres musculaires longitudinales par rapport à l'intestin. Il faut remarquer que cette dernière couche offre à elle seule une épaisseur presque double de celle des trois autres couches énoncées réunies ensemble.

Les deux dernières couches décrites ici ont la même disposition que les couches musculeuses sous-séreuses, car les fibres extérieures sont également longitudinales, et les fibres intérieures sont annulaires par rapport à l'axe de l'intestin.

L'épaisseur de toutes ces parties que nous avons décrites est toujours variable dans la couche musculaire sous-muqueuse et elle est toujours en rapport avec le développement des autres éléments musculaires de l'intestin.

Si toutes les fibres musculaires qui sont longitudinales et annulaires à l'intestin produisent les mouvements péristaltiques et antipéristaltiques, les fibres annulaires par rapport aux glandes doivent sans doute en se contractant déterminer une compression directe sur elles, et amener l'excrétion de leur produit.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE XVIII.

FIG. 1. — Section transversale du côlon du chien.

a. Glandes en tube.

b. Fibres musculaires annulaires à ces glandes, qui forment aussi la couche *c*.

d. Couche de tissu conjonctif.

e. Fibres musculaires annulaires à l'intestin.

f. Fibres musculaires longitudinales à l'intestin.

g. Tissu sous-muqueux.

h. Fibres musculaires annulaires de la couche musculaire sous-séreuse.

i. Fibres musculaires longitudinales de la couche sous-séreuse.

j. Tunique séreuse.

FIG. 2. — Section longitudinale du même côlon. Voyez les lettres comme dans la figure 1.

MÉMOIRE

SUR LES

TUMEURS ÉPITHÉLIALES DU COL UTÉRIN

Par V. CORNIL

Membre de la Société de biologie, interne des hôpitaux de Paris, etc.

(*Suite et fin*. Voyez p. 472.)

IX. *Marche envahissante et propagation des tumeurs hétéradéniques*. — Après avoir débuté à la lèvre antérieure ou postérieure, dans la couche profonde de la muqueuse de la portion vaginale du col, ou dans le tissu cellulaire sous-muqueux, ce qui est plus probable (1), la tumeur en se développant détermine la chute de l'épithélium de la muqueuse, et proémine à la place de l'érosion ainsi formée sous forme de bourgeons blanchâtres vascularisés à leur surface. Les lèvres du col et la portion vaginale tout entière ne tardent pas à être envahies, à se tuméfier et se renverser en dehors.

Dans cette période de tuméfaction du col, il arrive quelquefois (deux fois sur dix-huit dans les faits qui nous sont personnels) que l'épaississement des parois du museau de tanche entraîne l'effacement de la cavité du col et de son orifice. Alors les produits de sécrétion qui continuent à se déverser dans la cavité du corps utérin sans pouvoir en sortir s'accumulent derrière l'obstacle, et distendent le corps de l'utérus en forme de poire dont la grosse extrémité est tournée en haut. Les parois distendues du

(1) Nous n'avons pas eu l'occasion d'examiner de tumeur hétéradénique à son début, c'est-à-dire avant la chute de la couche épithéliale de la muqueuse. Nous avons seulement pu étudier avant la destruction de la muqueuse une tumeur à alvéoles petits et à cellules nucléaires et polymorphes enlevée à Lourcine par M. Verneuil. Dans ce cas que nous rapportons plus bas, tous les éléments, épithélium et glandes de la muqueuse, étaient intacts, et la néoplasie épithéliale s'était développée dans le tissu sous-muqueux. En raisonnant par analogie, nous pouvons supposer qu'il en est de même pour les tumeurs hétéradéniques ; mais ce n'est là, on le comprend, qu'une simple probabilité.

corps s'amincissent de telle sorte qu'avant de l'ouvrir il est fluctuant comme une vessie pleine. Ses parois peuvent ne mesurer que 2 à 3 millimètres en épaisseur, et la cavité atteint jusqu'à 8 ou 10 centimètres dans son diamètre vertical. La muqueuse est très-mince, et les fibres musculaires présentaient dans un de nos deux cas une transformation granulo-graisseuse. Le liquide contenu dans l'utérus distendu était de coloration blanc jaunâtre, opaque comme le pus, et contenait des leucocytes, des cellules épithéliales cylindriques et des cellules vésiculeuses. Ces lésions, amincissement, atrophie et distension des parois du corps, atrophie et catarrhe de la muqueuse, accumulation du muco-pus qu'elle sécrète, sont simplement secondaires à la tumeur du col.

Celle-ci s'étend bientôt à la muqueuse vaginale, qui se couvre aussi, au voisinage de la tumeur du col, de bourgeons de même nature qu'elle. A ce degré d'accroissement, la formation nouvelle est assez dure dans certains cas pour qu'on ait pu la prendre à l'œil nu, et à un examen peu attentif, pour un squirrhe de l'utérus; il va sans dire que l'examen microscopique ne laissera aucun doute à cet égard.

Plus tard, l'envahissement des parois du col et du corps, du tissu cellulaire qui se trouve entre la vessie et le col, entre ce dernier et le rectum, au-dessous de la muqueuse vaginale, du tissu cellulaire des ligaments larges, etc., soit par les prolongements des tubes glanduliformes, soit par des granulations isolées, et l'ulcération de la surface de la tumeur, produisent ces pertes de substances irrégulières, anfractueuses qu'on trouve le plus souvent dans les autopsies. La surface ulcérée est fongueuse, présente des débris flottants soyeux, allongés, qui ne sont autres que des vaisseaux recouverts ou non d'épithélium (voyez § VII). D'ordinaire, la cavité du col est ulcérée et détruite, mais quelquefois sa muqueuse est conservée intacte, entourée d'une couche de tissu utérin normal, tandis que l'ulcération a détruit la couche périphérique. Si une veine d'un certain calibre est oblitérée par des masses cancéreuses, une partie considérable de la tumeur se mortifie, et il en résulte une perte de substance telle, que le corps utérin, seul conservé, peut être réduit à sa paroi supérieure. La

surface de l'ulcération est alors une section perpendiculaire à l'axe de l'utérus.

Les ganglions lymphatiques pelviens et lombaires sont toujours tuméfiés, souvent complétement transformés en une masse de même nature que celle de l'utérus, présentant les mêmes cellules, pareillement disposées, et des globes épidermiques.

La néoplasie s'étend en circonférence à mesure que son centre s'ulcère ; elle envahit par des granulations successives les tuniques fibro-musculaires de la vessie et du rectum, qui sont épaissies, dures, blanchâtres, sur une coupe, et transformées avant que leur muqueuse ne soit atteinte. Celle-ci s'injecte à son tour, est fortement hypérémiée, et présente les lésions de la muqueuse et les produits de sécrétion habituels au catarrhe longtemps avant d'être envahie par le tissu pathologique. Aussi la cystite et ses conséquences, la dysurie, la rétention ou l'incontinence d'urine, la distension des uretères et des bassinets, la pyélo-néphrite, et le catarrhe du rectum s'observent-ils dans le plus grand nombre des cas. La muqueuse de la vessie injectée, épaissie, est couverte de muco-pus et présente quelquefois au col et au bas-fond de petits kystes du volume d'un grain de millet que nous avons décrits ailleurs (*Recherches sur la structure du col utérin*, in *Journal de physiologie*, 1864, p. 401), et qui sont dus à la distension des glandes. Le tissu hétéradénique arrive enfin jusqu'à la surface des muqueuses du rectum et de la vessie, où il forme d'abord de petites tumeurs ou granulations qui bientôt se réunissent et s'ulcèrent. Les figures 2 et 3 (pl. XIV) représentent des coupes du tissu sous-muqueux de la vessie envahi par des productions hétéradéniques (voy. observ. III de ce mémoire). L'ulcération de la vessie et du rectum, de même que pour le vagin, est accompagnée de la saillie en forme de papilles des vaisseaux, de la formation de bourgeons vasculaires. La perte de substance qui suit l'ulcération fait communiquer dans les progrès incessants du mal, la vessie et le rectum avec l'ulcération utéro-vaginale.

Dès le début de la maladie, une pelvi-péritonite se déclare, caractérisée par l'injection des vaisseaux, leur dilatation en forme d'anses capillaires saillantes à la surface du péritoine comme de

petites papilles visibles à la loupe, par la formation et l'organisation de fausses membranes. Des adhérences s'établissent entre la trompe et les organes voisins, par exemple avec l'ovaire, la face postérieure ou les bords de l'utérus, et un liquide puriforme, louche, consistant en cellules cylindriques, s'accumule dans la cavité de la trompe qu'il distend. Nous n'avons pas vu, dans les tumeurs hétéradéniques, des granulations développées dans les fausses membranes ou à la surface même du péritoine, comme cela s'observe si souvent dans les tumeurs épithéliales du col qu'il nous reste à décrire. Dans un seul cas (obs. III), il y avait des granulations de tissu hétéradénique à la surface du corps de l'utérus, sous le péritoine.

Lorsque l'ulcération arrive, de proche en proche, dans les culs-de-sac vaginaux, jusqu'au tissu cellulaire sous-péritonéal, une péritonite suraiguë, suppurative, souvent généralisée à tout l'abdomen se déclare, soit par continuité de tissu, soit par une perforation de la séreuse, et cause en peu de temps la mort de la malade.

Nous n'avons pas observé de tissu hétéradénique dans l'intérieur des cordons nerveux, mais souvent les nerfs sacrés qui vont constituer à leur sortie du bassin le nerf sciatique, passaient dans la cavité pelvienne au milieu d'un tissu cellulaire condensé, et étaient comprimés par les ganglions lymphatiques dégénérés et énormes.

Nous avons réuni, dans le tableau suivant, les lésions trouvées dans différents organes dans dix-sept autopsies complètes de tumeurs hétéradéniques.

Production de tissu hétéradénique dans les ganglions lymphatiques.	Dans près de la moitié des cas.
Id., sur la muqueuse vaginale....	Presque constante.
Id., sur la muqueuse vésicale....	6 fois, dont 2 fois avec perforation de la cloison vésico-vaginale.
Id., sur la muqueuse rectale.....	1 cas avec perforation de la cloison recto-vaginale.
Id., sur les membranes séreuses et les autres organes...........	0

Rétention du mucus dans le corps utérin dilaté. 2 fois.

Catarrhe du rectum. — Cystite. — Distension des uretères et des bassinets. — Hydronéphrose..	Presque constants.
Infarctus fibrineux du rein................	1 cas.
Néphrite suppurée........................	1 cas.
Néphrite albumineuse ou parenchymateuse....	2 fois.
Pelvi-péritonite avec adhérences	Très-fréquente.
Péritonite généralisée et purulente	3 fois, dont 2 fois avec perforation.
Dégénération graisseuse avec hypertrophie du foie.......	Fréquente.
Anémie et emphysème du poumon...........	Fréquents.
Œdème des extrémités. — Cachexie.........	Très-fréquents.

Un résultat important de ce relevé statistique, c'est que les membranes séreuses et les organes éloignés de l'utérus, le foie, le poumon, etc., ne présentaient dans aucun cas de dépôts secondaires métastatiques de la même nature que le tissu morbide de l'utérus. En d'autres termes, la maladie est restée localisée aux points primitivement envahis et à leur voisinage, et n'a pas été plus loin que les ganglions lymphatiques pelviens et lombaires.

Dans les tumeurs hétéradéniques de l'utérus (cancer épithélial, épithélioma glandulaire), la généralisation par masses arrondies marronnées dans les organes éloignés et sur les séreuses est un fait exceptionnel. Par exemple, Fœrster (1) a fait cinquante-deux autopsies de cancer de l'utérus dont quarante-deux ont trait au cancer épithélial. Sur ces quarante-deux faits, la généralisation au poumon, à la plèvre, au foie, n'a eu lieu qu'une seule fois, c'est dans le cas bien connu cité par Virchow (2). Nous ne connaissons nous-même qu'une seule observation de généralisation dans les tumeurs de cette nature, c'est celle rapportée par M. Moricourt dans sa thèse (obs. II, p. 19), où l'examen microscopique fait par M. Robin a montré des cellules pavimenteuses, des globes épidermiques, et l'absence de trame de tissu conjonctif. Bien que ce qu'on appelle la *malignité* des tumeurs soit déterminé amplement dans nos observations de tumeurs hétéradéniques par l'extension fatale et l'envahissement, ainsi que par la dégénérescence des ganglions

(1) *Handbuch der path. Anat.*, 1863, p. 433.
(2) *Gazette médicale de Paris*, 1855 (n° du 7 avril).

lymphatiques, il n'en est pas moins vrai que l'absence de généralisation indique une malignité moindre que dans les faits où la tumeur se généralise très-rapidement, comme cela a lieu pour les squirrhes du sein. Mais alors gardons-nous de confondre la *malignité* avec la *gravité* dans les tumeurs ; car si nous consultons nos relevés, nous trouvons que la durée de la maladie depuis son début jusqu'à la terminaison fatale, a été de trois mois à quatre ans et demi dans ses limites extrêmes, en moyenne de vingt mois. L'âge des malades qui a varié de vingt-cinq à soixante-dix-huit ans, en moyenne quarante-quatre ans, ne paraît pas avoir eu une influence marquée en plus ou en moins sur la durée de la maladie. Celles qui n'ont pas été enlevées rapidement par une péritonite purulente, ont succombé aux progrès de la cachexie qu'amènent fatalement et les pertes sanguines, et une large ulcération en voie de destruction, de décomposition putride. L'anémie, l'hydrémie, la diminution considérable des globules du sang qu'on peut constater en examinant au microscope une goutte de ce liquide, et les troubles qu'amène cet état du sang dans les fonctions de nutrition et d'assimilation, sont bien certainement la cause de la cachexie qui se manifeste par la pâleur blafarde ou jaune-paille de la peau et par l'œdème. Cette cachexie est exactement la même dans les tumeurs hétéradéniques et dans les autres tumeurs épithéliales que nous allons bientôt décrire ; en d'autres termes, elle appartient aussi bien au cancroïde qu'au cancer de l'utérus. Quant à l'œdème, et particulièrement celui des membres inférieurs, il est causé quelquefois par des coagulations fibrineuses dans les veines hypogastriques, iliaques et crurales, plus rarement par des concrétions fibrineuses contenant des cellules épithéliales, ou par une compression directe des veines hypogastrique ou iliaque par une altération épithéliale des parois veineuses, par des tumeurs ganglionnaires ; dans un grand nombre de cas, l'œdème, surtout s'il est peu abondant et mou, ne reconnaît pour cause aucune modification apparente des parois des veines ni de leur contenu, non plus qu'une maladie du cœur ou des reins, mais dépend uniquement de l'état du sang appelé hydrémie. Il est enfin toute une série de lésions morbides qui sont également com-

munes à toutes les tumeurs épithéliales de l'utérus, et qui sont à peu près constantes : ce sont les troubles de la sécrétion et de l'excrétion de l'urine ; nous y reviendrons bientôt.

X. *Tumeurs épithéliales à alvéoles visibles à l'œil nu et à cellules cylindriques* (*cylindroma*). — Ces tumeurs sont caractérisées, au point de vue de leur structure, par des cavités alvéolaires généralement visibles à l'œil nu qui sont creusées dans l'épaisseur des tissus préexistants, soit de l'utérus, soit des parties voisines. Elles ne m'ont pas paru posséder une trame de tissu conjonctif de nouvelle formation. La forme des alvéoles se rapproche toujours plus ou moins de la forme sphérique ; ils sont remplis par des cellules épithéliales qui sont cylindriques, longues de $0^{mm},02$ sur $0^{mm},008$ de large en moyenne, pourvues de noyaux ovoïdes, et implantées perpendiculairement à la paroi de l'alvéole dans les couches pariétales. Elles affectent dans ces couches la même disposition que les cellules d'une membrane muqueuse à épithélium cylindrique, sont parallèles entre elles et maintenues au contact les unes des autres. Au centre de l'alvéole, au contraire, elles sont plus irrégulières dans leur forme, libres et sphériques, souvent granuleuses et transformées en corps granuleux. Le liquide qu'elles constituent, qui suinte sur une coupe, est lactescent et miscible à l'eau.

Elles se distinguent très-nettement des tumeurs hétéradéniques que nous venons de décrire, par l'apparence du liquide, par leur mollesse à l'œil nu, et au microscope, par le caractère de leurs cellules et des alvéoles qui les contiennent, aussi bien que par l'absence d'acini glanduliformes et de globes épidermiques.

Elles se rapprochent davantage de notre troisième forme de productions épithéliales du col utérin dont il serait difficile de les différencier à l'œil nu. Elles ont en effet, comme ces dernières, tous les caractères extérieurs du cancer encéphaloïde ou médullaire : mollesse, friabilité, suc laiteux. Mais au microscope elles en diffèrent par leurs cellules qui sont presque toutes cylindriques, surtout celles qui sont implantées sur la paroi des alvéoles, et par la grosseur de ces alvéoles. On n'y trouve pas non plus une trame de tissu conjonctif de nouvelle formation, ni les formes si

variées de cellules que nous décrirons dans le paragraphe suivant.

Nous ne possédons que trois faits de cette variété; dans deux d'entre eux, les alvéoles, visibles à l'œil nu, présentaient, nées de leurs parois et libres dans leur cavité, des anses de vaisseaux capillaires recouverts de cellules épithéliales. Nous avons déjà publié l'un de ces faits, remarquable par la production de ces alvéoles avec leurs papilles vasculaires dans le névrilème et le périnèvre des nerfs crural et sciatique (voyez notre *Mémoire sur les tumeurs épithéliales des nerfs*, p. 187 à 191, et planche IV de ce journal, 1864). Voici les résultats de l'autopsie des deux autres cas.

Obs. V. — *Cylindroma du col utérin propagé aux vaisseaux lymphatiques. — Emphysème* (1). — Le sang examiné le 17 octobre 1863 a montré un très-grand nombre de globules blancs (un sur cinquante environ) ; le sang était aqueux, les globules rouges n'étaient pas déformés.

Autopsie faite le 7 novembre 1863. Cadavre assez gras.

Les jambes sont œdématiées ainsi que la cuisse droite.

Péricarde sain. Cœur volumineux pesant 420 grammes. Les parois du ventricule gauche sont hypertrophiées. L'aorte est suffisante, pas d'altération des orifices.

Plèvres pleines de sérosité. Aux deux poumons, emphysème des lobes supérieurs, et œdème des lobes inférieurs qui sont fermes et laissent échapper sur une coupe une grande quantité de sérosité spumeuse.

Foie normal, vésicule biliaire revenue sur elle-même, contenant un gros calcul qui la remplit ; entre le calcul et les parois se trouve une petite quantité de pus. Les parois de la vésicule sont épaissies et sa muqueuse injectée.

Rate dure, de volume ordinaire.

Le rein droit pèse 80 grammes ; le bassinet et l'uretère sont distendus, énormes ; le rein gauche pèse 170 grammes. La substance corticale et tubuleuse des deux reins est anémiée, comme transparente.

La vessie est saine ainsi que le rectum.

L'utérus est gros, saillant dans le bassin. A droite, l'ovaire et la trompe forment une tumeur qui proémine dans le bassin ; la trompe est grosse comme le pouce, enroulée autour de l'ovaire, et contient de la sérosité blanche. A gauche, la trompe, également distendue, est appliquée à la partie postérieure latérale du col au niveau de son union avec le corps. L'ovaire gauche renferme des kystes petits et pleins d'un liquide blanchâtre épais.

Le col utérin est blanc, offre à sa surface des bourgeons blanchâtres et des franges vasculaires. En le coupant dans l'axe de l'utérus, on fait suinter du

(1) L'observation complète est relatée dans les *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1863, p. 184.

col un liquide épais, blanc, sous forme de gouttelettes. La coupe en est molle, présente de petites cavités anfractueuses d'où sort le liquide. Ce liquide lui-même est constitué par des cellules épithéliales cylindriques pourvues de noyaux allongés et de nucléole. Le canal cervical est oblitéré, et la cavité du corps utérin est dilatée, remplie par environ deux cuillerées d'un liquide muqueux jaunâtre, transparent, au milieu duquel nagent des parties opaques blanches, arrondies, de un demi-millimètre à un millimètre de diamètre. Ce liquide contient des éléments cellulaires arrondis, infiltrés de granulations graisseuses. Les corps arrondis précédents sont des amas de cellules cylindriques, ou granuleuses et sphériques, qui sont disposées régulièment de façon à présenter leur grosse extrémité à la périphérie.

La hauteur de l'utérus est de 9 centimètres. L'épaisseur des parois est d'un centimètre et demi. La surface péritonéale du corps utérin présente des *lignes plus ou moins sinueuses*, *saillantes*, *moniliformes*, *parallèles ou anastomosées en réseau*, immédiatement situées sous la séreuse. Ces cylindres, qui ne sont autres que le *réseau des lymphatiques* remplis, ont de un demi à un millimètre de diamètre. Sur la coupe des parois du corps utérin, ils répondent à des lumières d'où l'on fait soudre, en pressant sur leur trajet, une grande quantité de liquide blanchâtre et épais. Ce liquide contient des agglomérations de cellules épithéliales cylindriques ou arrondies, quand elles sont granuleuses, dont la disposition est très-régulière. Elles forment par leur réunion une masse arrondie ou allongée, et sont toutes disposées comme autour d'un axe ou centre fictif de façon à présenter à la périphérie leur extrémité renflée et libre. Ces cellules sont pourvues de noyaux et de nucléoles très-visibles sur celles qui ne sont pas granuleuses.

Les ganglions inguinaux sont gros et durs, mais non dégénérés. Il en est de même des ganglions lombaires.

Les veines iliaques sont libres, bien qu'il y ait un œdème considérable, surtout à la cuisse gauche.

Les nerfs d'origine du sciatique n'ont pas d'autre altération que la compression à droite, causée surtout par la tumeur composée de la trompe et de l'ovaire unis à l'utérus hypertrophié.

Cette observation est intéressante surtout par l'altération des vaisseaux lymphatiques. La néoplasie épithéliale a pris ici la force d'épithélium cylindrique, et nous y avons constaté un grand nombre des agglomérations spéciales de cet épithélium, qui paraissent être des productions analogues aux globes épidermiques.

OBS. VI. — *Cylindroma du col utérin propagé à la vessie et au rectum. — Ancienne pleurésie enkystée simulant une poche hydatique. — Péritonite purulente. Néphrite purulente.* — Autopsie faite le 16 juillet 1863. Femme de soixante ans, très-maigre. A l'ouverture du *thorax*, le péricarde viscéral présente une plaque laiteuse à sa partie antérieure ; le cœur est normal. Le poumon gauche est complétement adhérent à la paroi costale ; il est refoulé à la partie supérieure de la cage thoracique et atélectasié par compression dans

son lobe inférieur. La plèvre costale gauche, dans un espace qui occupe le tiers inférieur du thorax, est épaissie et mesure 2 à 3 millimètres en épaisseur. Sa cavité, close en haut par des fausses membranes, est remplie par une bouillie caséeuse qui contient des globules de pus en dégénération granulo-graisseuse. Les parois de la plèvre costale présentent en ce point deux couches distinctes : l'une, interne, semi-transparente, opaline, de consistance gélatineuse, tremblotante, de un demi à deux millimètres d'épaisseur, très-analogue par son apparence extérieure à une membrane de kyste hydatique. Ses coupes minces examinées au microscope ont montré des corpuscules de tissu conjonctif anastomosés, très-pâles et finement granuleux. Au-dessous de cette couche, et en contact avec la paroi thoracique, se trouve une membrane fibreuse épaisse, formée de couches parallèles à la paroi thoracique. Entre la membrane gélatineuse et la membrane fibreuse se trouvaient de nombreux vaisseaux. L'examen microscopique de cette poche et de son contenu a été fait par M. Davaine dont la compétence bien connue en pareille matière nous permet d'assurer que c'était bien là une pleurésie enkystée.

A l'ouverture de l'*abdomen*, le péritoine est plein de pus et de flocons fibrineux. Le foie est petit, les lobules sont petits, rouges à leur centre, jaunâtres et en dégénération graisseuse à leur périphérie. La rate est grosse.

Le *rein gauche* pèse 140 grammes, tandis que le droit ne pèse que 70 grammes, la capsule est épaisse et adhérente : sa surface présente de nombreux points jaunes, purulents, isolés ou agglomérés. Sa surface de section fait voir beaucoup de points purulents dans la substance corticale. Le sommet des cônes de Malpighi est couvert de pseudo-membranes ; les calices et le bassinet sont remplis par du pus épais, caséeux ; l'uretère gauche est distendu, rempli du même liquide.

En examinant avec soin le péritoine pelvien, on constate qu'il n'y a pas de perforation : la vessie remonte assez haut du côté de l'abdomen ; ses parois sont dures, excepté à son sommet, où elle est amincie, et sa surface péritonéale présente en ce point une vascularisation anormale.

On enlève ensemble tous les organes pelviens ; alors l'ouverture de la *vessie* montre l'hypertrophie des muscles et l'apparence ordinaire d'une vessie à colonnes ; le bas-fond est papillaire, bourgeonnant, et communique par une perforation avec le vagin. Les parois du bas-fond de la vessie mesurent 8 millimètres, sont complétement dégénérées et donnent sur une coupe un liquide blanchâtre. Le *vagin* et l'*utérus* sont transformés en un vaste cloaque couvert de détritus grisâtres sanieux ; après avoir lavé cette surface ulcérée, on voit des papilles bourgeonnantes et des débris de vaisseaux flottants. Les parois de l'utérus sont détruites, excepté à sa partie supérieure. Les veines utéro-vaginales, l'hypogastrique et la crurale sont oblitérées par des coagulations ramollies à leur centre.

La muqueuse du *rectum* est soulevée en certains points par des tumeurs grosses comme un segment de noisette qui présentent sur une surface de section un tissu blanchâtre mou, aréolaire à l'œil nu. La muqueuse elle-

même présente de petites ulcérations arrondies et un développement, une congestion anormale de ses vaisseaux.

L'examen microscopique du liquide laiteux miscible à l'eau qu'on prend sur les coupes des parties dégénérées de la vessie, de l'utérus et du rectum, donne des *cellules cylindriques*, *coniques*, environ trois fois plus longues que large, mesurant $0^{mm},02$ en longueur, possédant des noyaux ovoïdes mesurant $0^{mm},009$ en longueur sur $0^{mm},006$. On voit aussi, mais moins nombreuses, des cellules sphériques souvent granuleuses.

Après avoir fait durcir un morceau de l'utérus et du rectum dans l'acide chromique, nous avons fait des coupes fines et nous avons pu étudier le tissu de nouvelle formation. Il était constitué par des *alvéoles* dont les plus petits mesuraient $0^{mm},29$ à $0^{mm},4$; le plus grand nombre de ces alvéoles étaient visibles à l'œil nu et mesuraient $0^{mm},8$ à $1^{mm},2$. De la paroi de ces derniers végétaient, libres dans leur intérieur, des *saillies papillaires formées d'anses capillaires*, recouvertes, ainsi que les parois des alvéoles, de cellules cylindriques ou prismatiques implantées perpendiculairement aux parois.

En faisant des coupes normales à la surface du rectum, nous avons observé un grand nombre de papilles vasculaires libres à la surface de la muqueuse. Au niveau des saillies marronnées hémisphériques qui soulevaient et amincissaient la muqueuse, existaient de petites ulcérations en cupule pleines de cellules semblables aux précédentes. Chacune de ces ulcérations résultait évidemment de l'ouverture d'un alvéole, car on voyait sur une coupe, à côté d'elles et très-près de la surface de la muqueuse amincie, des alvéoles de même volume encore intacts.

A la surface de la vessie existait aussi une tumeur marronnée d'un centimètre et demi de diamètre, semblable à celles du rectum, et sur elle on voyait aussi de petites ulcérations de la muqueuse isolées ou réunies.

Comme lésion anatomique, cette observation est complètement comparable à celle que nous avons publiée dans notre mémoire sur les tumeurs épithéliales des nerfs. Ce sont les mêmes alvéoles visibles à l'œil nu, avec des papilles vasculaires partant de leurs parois, et des cellules cylindriques (voyez la fig. 2, pl. IV, du numéro de mars de ce journal). Nous avons aussi bien vu dans ce cas, à la surface du rectum, le mode suivant lequel les alvéoles d'abord fermés de toutes parts produisent des ulcérations lorsqu'ils s'ouvrent à une surface libre. Par l'analyse de ces trois faits on trouve que la néoplasie née au col utérin s'est propagée :

Aux ganglions lymphatiques..................	2 fois.
Aux vaisseaux lymphatiques..................	1
Au psoas et aux nerfs sciatique et crural.......	1
A la vessie..................................	1
Au rectum....................................	1

Comme complication mortelle sous la dépendance de la tumeur utérine, nous n'avons que dans un seul cas une péritonite purulente avec pyélo-néphrite.

XI. *Tumeurs épithéliales possédant une trame à mailles fines et des cellules de forme très-variée où la forme prismatique domine* (1).—C'est la variété la plus commune à l'utérus, et nous en avons recueilli trente-quatre cas, dont trente-deux avec autopsie complète, observés dans le service des incurables de M. Charcot, les deux autres ayant trait à des tumeurs récentes opérées par MM. Verneuil et Cusco. Elles se présentent toujours, lorsqu'elles ne sont pas à la période la plus rapprochée de leur début, avec tous les caractères de l'encéphaloïde, c'est-à-dire qu'elles sont constituées par un tissu blanchâtre, mou, bourgeonnant, qu'elles sont couvertes lorsqu'elles s'ulcèrent par un suc lactescent très-abondant, miscible à l'eau; que ce liquide suinte aussi par la pression sur une surface de section, et qu'elles s'accompagnent d'un développement assez considérable de vaisseaux. Telle est leur caractéristique à l'œil nu; au microscope, leur caractère essentiel, qui les distingue des deux variétés précédentes, c'est la formation nouvelle d'une trame de tissu conjonctif, servant de soutien aux vaisseaux, et formant des cavités alvéolaires généralement microscopiques, remplies de cellules épithéliales. Ces cellules elles-mêmes présentent dans leurs formes, leurs diamètres et leurs aberrations, de grandes variétés sur lesquelles nous allons insister bientôt.

Pour étudier le *début* des tumeurs de cette nature, on peut prendre comme sujet, ou bien les granulations secondaires des séreuses, du péritoine par exemple, ou bien les parties périphériques et de formation la plus récente de la tumeur primitive, ou bien, ce qui vaut le mieux, examiner la tumeur au moment où elle commence dans l'une ou l'autre des lèvres du col.

Nous avons eu l'occasion de faire deux fois l'examen microscopique de lèvres du col utérin malades et enlevées, et nous avons pu

(1) On les appelle ordinairement *cancer encéphaloïde*, *carcinoma medullare*, *Markschwamm*.

constater que le néoplasme se développait d'abord dans le tissu cellulaire sous la muqueuse du museau de tanche avant de produire l'ulcération de cette dernière. Voici l'un de ces examens.

Obs. VII. — *Tumeur de la lèvre postérieure du col utérin enlevée par M. Verneuil et présentée à la Société anatomique le 11 mars 1864 par M. Perruchot.* — Cette tumeur se continuait directement avec la lèvre inférieure du col, et elle présentait à sa face supérieure une surface lisse, parcourue seulement par des lignes légèrement saillantes, longitudinales, entre lesquelles on voyait, en examinant avec attention, de très-petites dépressions folliculaires. Son bord libre et sa face postéro-inférieure montraient des productions papillaires végétantes, mais sans ulcération de la muqueuse de la portion vaginale du col ; la coloration de la surface de la tumeur, du volume d'un petit œuf de poule environ, était rosée ; sur une coupe pratiquée dans son épaisseur, on voyait un tissu blanchâtre qui donnait un peu de suc laiteux par la pression et par le raclage.

La surface supérieure de la tumeur offrait à l'œil nu beaucoup d'analogie avec la muqueuse de la partie inférieure du col (portion intra-cavitaire) qui, comme on le sait, possède là des plis longitudinaux. Nous l'étudiâmes au microscope sur des coupes *parallèles* et *perpendiculaires* à sa surface, après que la tumeur eut durci dans l'acide chromique : par le premier mode d'examen, on voyait les orifices circulaires des glandes du col, avec une couche d'épithélium cylindrique perpendiculaire à la paroi glandulaire ; par le second mode, sur les coupes normales à la muqueuse, on voyait des papilles libres et saillantes, nombreuses, normales (1), revêtues ainsi que la surface de la muqueuse par un épithélium cylindrique ; et sur cette surface venaient s'ourrir les conduits des follicules composés, exactement semblables, quant à leur disposition générale et à leurs éléments cellulaires, aux glandes de la muqueuse du col.

Au-dessous de cette couche épaisse d'un millimètre environ, se trouvait un tissu dont l'aspect, sur des coupes examinées à l'œil nu, rappelait parfois, par la disposition fasciculée, entrecroisée de ses fibres, la disposition des faisceaux musculaires normaux du col ; c'est en effet ce que vérifiait l'examen histologique ; mais en d'autres points, on avait un tissu blanchâtre qui donnait du suc laiteux contenant une grande quantité d'éléments cellulaires libres. C'étaient des cellules prismatiques, quelquefois à plusieurs prolongements, pourvues toutes d'un gros noyau ovoïde et d'un nucléole. Il y avait aussi une grande quantité de noyaux libres de $0^{mm},009$ de longueur en moyenne, et quelques leucocytes.

En faisant des coupes minces de ce tissu nouveau, on constatait l'existence

(1) Voyez notre *Mémoire sur la muqueuse du col utérin à l'état normal* dans le numéro de juillet de ce journal.

d'une trame de tissu conjonctif assez riche en noyaux, formant par l'entrecroisement de ses fibres de petites cavités alvéolaires que remplissaient complétement soit un seul, soit plusieurs noyaux ovoïdes longs de $0^{mm},009$ sur $0^{mm},006$, ou bien des cellules prismatiques.

Cet examen histologique d'une tumeur à son début, avant qu'elle n'ait ulcéré la muqueuse, est très-instructif; il nous montre d'abord que le néoplasme débute au-dessous de la muqueuse, et de plus il nous a permis d'étudier le mode de développement de ses éléments. Dans ce cas, de même que dans une autre tumeur aussi jeune enlevée au col utérin par M. Cusco, nous n'avons pas obtenu de préparations assez probantes pour affirmer que les noyaux épithéliaux et les cellules prismatiques proviennent de l'hyperplasie et de l'hypertrophie des corpuscules de tissu conjonctif. Dans ces cas, de même que dans le fait rapporté page 501 de ce journal (numéro de septembre 1864), le tissu conjonctif avec ses noyaux arrondis et petits (cytoblastions) et les noyaux épithéliaux nous ont paru bien distincts, sans formes intermédiaires. En effet, en les étudiant sur des coupes très-fines, à un grossissement de 600 diamètres (obj. 9 à immersion de Hartnach, ocul. 3), les petits noyaux de tissu conjonctif étaient solidement unis aux faisceaux de ce tissu, tandis que les noyaux épithéliaux ovoïdes caractérisés par des nucléoles volumineux, étaient libres et sortaient facilement des espaces alvéolaires qui les contenaient. Très-souvent ces petites cavités ne renfermaient qu'un seul noyau épithélial.

Dans ces trois examens de néoplasie à leur début, les noyaux épithéliaux sont identiques, ainsi que leurs rapports avec le tissu conjonctif qui les entoure. Ce qui nous fait dire que ces deux derniers cas étaient des tumeurs de notre troisième variété à leur début, c'est qu'à côté de cette genèse isolée des noyaux épithéliaux, il y avait des alvéoles déjà constitués et pleins de noyaux ou de cellules, et que ces éléments étaient libres, formaient un liquide facile à obtenir par la pression, tandis que s'il s'était agi d'une tumeur hétéradénique à son début, nous aurions dû déjà voir des cylindres glanduliformes.

Ainsi, les tumeurs de cette troisième variété commencent à se

développer dans le tissu cellulaire sous-muqueux du museau de tanche par des noyaux épithéliaux logés dans de petites cavités alvéolaires qui deviennent bientôt le réceptacle de plusieurs noyaux de même nature. Ces noyaux s'entourent d'une atmosphère granuleuse amorphe et d'une membrane cellulaire, et alors le néoplasme est complétement formé avec ses caractères distinctifs, c'est-à-dire une trame de tissu conjonctif où passent les vaisseaux, et des cellules agglomérées par petits amas dans les cavités alvéolaires de cette trame. Dans cette conversion du tissu cellulaire sous-muqueux en tissu nouveau, les papilles envahies comme le reste du tissu conjonctif, deviennent très-grosses par l'entrée de cellules épithéliales entre leurs éléments et proéminent à la surface de la muqueuse qui devient bourgeonnante ; leurs vaisseaux se multiplient, elles compriment les couches superficielles de cellules de la muqueuse intra-vaginale du col qui est soulevée et finit toujours par s'ulcérer après la destruction de son épithélium normal. Alors les bourgeons du tissu nouveau se développent en toute liberté dans la cavité vaginale.

Le début du néoplasme dans les granulations secondaires des séreuses (du péritoine, des plèvres) est le même que dans le tissu sous-muqueux. Quand on les examine, soit par la dissection simple, soit sur des coupes, après qu'elles ont été durcies par l'acide chromique, on trouve une hypergenèse du tissu conjonctif et de ses noyaux qui atteignent $0^{mm},006$ ou $0^{mm},007$ de longueur sur $0^{mm},003$ $0^{mm},004$ de largeur, et qui sont souvent sphériques, de $0^{mm},005$-$0^{mm},006$ de diamètre lorsqu'ils sont très-nombreux. En même temps se forment au sein de ce tissu des noyaux épithéliaux de $0^{mm},009$ de longueur sur $0^{mm},006$ de largeur pourvus d'un nucléole, et bientôt plusieurs de ces noyaux se réunissent dans un alvéole commun et deviennent des cellules. Dans des granulations de 2 millimètres de diamètre, on peut déjà trouver de petits alvéoles. Le même processus a lieu dans les petites tumeurs sphériques du foie et des autres organes. Pour le foie, elles se développent dans les interstices celluleux qui séparent les lobules. Dans une de nos observations de tumeur épithéliale du col avec noyaux secondaires du foie du diamètre d'une pièce de

50 centimes, blancs et donnant du suc à la pression, nous avons mesuré les diamètres des alvéoles sur une coupe. Ils étaient assez régulièrement arrondis ou polygonaux à angles mousses, de $0^{mm},045$ à $0^{mm},075$ de diamètre. Ils contenaient des noyaux ovoïdes volumineux à gros nucléole ou des cellules sphériques contenant ces mêmes noyaux, éléments qui se retrouvaient les mêmes dans la tumeur utérine. Les parois de tissu conjonctif qui les formaient étaient généralement assez minces (1).

Depuis leur origine jusqu'à leur destruction, les tumeurs que nous étudions présentent deux parties constituantes, des cellules épithéliales et une trame de tissu conjonctif contenant des vaisseaux : pour plus de simplicité nous allons les étudier séparément.

Les cellules épithéliales sont habituellement libres, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas réunies les unes aux autres, et lorsqu'on passe le dos du scalpel sur une surface de section de ces tumeurs, on les fait sortir des alvéoles où elles sont logées, sous la forme d'un liquide blanchâtre lactescent. Ce liquide se mêle parfaitement avec l'eau, parce que toutes les cellules se séparent bien les unes des autres, différant en cela du liquide des tumeurs hétéradéniques qui forme toujours des grumeaux ou des filaments vermiformes (page 486). Les éléments qui entrent dans ce liquide sont : 1° des noyaux ovoïdes en très-grand nombre et plus ou moins volumineux de $0^{mm},009$ à $0^{mm},012$ et même $0^{mm},02$ de longueur : lorsqu'ils sont gros, qu'ils possèdent une membrane épaisse, à double contour et un nucléole volumineux mesurant $0^{mm},002$–$0^{mm},003$, ils sont regardés comme caractéristiques du carcinome par les médecins qui admettent la spécificité des éléments du cancer (Lebert, Broca (2), Follin) (3) ; 2° des cellules prismatiques possédant un noyau ovoïde et le plus souvent aussi un nucléole : elles sont parfois coniques et s'implantent par leur sommet sur les pa-

(1) La figure 4 de la planche IV de ce journal, bien qu'elle représente les alvéoles du squirrhe qui possède des cellules et des noyaux beaucoup plus petits que ceux que nous avons actuellement en vue, peut donner une juste idée de leur forme et de la disposition des cellules dans leur intérieur.

(2) Mémoire cité.

(3) *Pathologie externe*, t. I, 1861.

rois des vaisseaux et des alvéoles; elles se rapprochent souvent aussi de la forme cubique: c'est la forme dominante dans les deux tiers des cas environ; elles peuvent offrir plusieurs prolongements, et lorsqu'elles ont deux prolongements en fuseau tels qu'on est tenté de les appeler cellules fusiformes, on peut voir, lorsqu'on les fait mouvoir sous le petit verre, qu'elles sont bien réellement prismatiques; 3° des cellules fibro-plastiques; 4° des cellules sphériques possédant un noyau volumineux, la cellule étant petite relativement à lui; 5° des cellules en raquette et des cellules mères à plusieurs noyaux; tous éléments regardés d'abord comme spécifiques du carcinome; des cellules emboîtées les unes dans les autres, des cellules excavées possédant un ou plusieurs noyaux dans leur partie pleine, et dans leur cavité un noyau ou une cellule, etc.; ces dernières variétés que je ne puis décrire, car elles n'ont rien de spécial dans les tumeurs particulières du col, ces gros éléments cellulaires, étaient dominants dans cinq de nos observations; 6° des cellules en dégénération graisseuse; 7° des leucocytes en assez grande quantité dans deux cas seulement.

Une trame de tissu conjonctif nouveau existe dès le début; les noyaux et cellules s'y creusent des cavités microscopiques bien isolées les unes des autres, et d'autant plus petites que la tumeur est plus jeune. Les capillaires passent dans les parois de ces alvéoles et ne sont pas en rapport immédiat avec les cellules, mais seulement médiat, à travers une mince couche de tissu conjonctif. A mesure que les cellules s'accroissent en nombre, ces alvéoles s'agrandissent; elles sont généralement oblongues dans le tissu des parois utérines, et dirigées suivant la direction des fibres musculaires entrecroisées. Ces faisceaux de fibres-cellules, souvent en dégénération graisseuse, ne sont pas immédiatement en contact avec les cellules contenues dans l'alvéole, mais elles en sont le plus ordinairement séparées par une mince couche de tissu conjonctif. Dans le tissu sous-muqueux du vagin, dans les bourgeons, dans les noyaux secondaires du foie, leur forme est plus ou moins régulièrement sphérique. Les cellules contenues dans leur intérieur sont le plus ordinairement sans aucun ordre, au contact les unes des autres.

Mais lorsque les cellules s'accroissent en nombre, *que la tumeur se ramollit*, alors les noyaux de tissu conjonctif des parois alvéolaires subissent le plus souvent une dégénération granulo-graisseuse, et se détruisent de telle sorte, que deux ou plusieurs alvéoles communiquent les uns avec les autres, et que les vaisseaux se trouvent isolés, en contact direct avec les cellules au milieu de cavités anfractueuses visibles à l'œil nu.

Ce ramollissement de la tumeur commence par les parties formées les premières, c'est-à-dire par les bourgeons blanchâtres nés de la surface du col et du vagin. Les cavités irrégulières pleines de cellules qui sont les plus superficielles, finissent par s'ouvrir à la surface, et c'est ainsi que débute l'*ulcération* du néoplasme. Lorsque l'ulcération commence, les vaisseaux qui se terminaient en anses anastomotiques dans les bourgeons deviennent libres après l'évacuation des cellules de leurs alvéoles. Ils sont entourés de tissu conjonctif ou simplement de cellules épithéliales qui leur restent adhérentes et qui sont parallèles entre elles, implantées perpendiculairement à leurs parois. Ils produisent ainsi de longs filaments atteignant jusqu'à 3 ou 4 centimètres, minces, blanchâtres, qu'on voit flotter sous l'eau lorsqu'on met la tumeur ulcérée dans ce liquide. Ces vaisseaux subissent alors une série d'altérations : hypergenèse des noyaux, rétrécissement ou dilatation ectasique de leur cavité, dégénération graisseuse, rupture des parois, mortification (voy. pages 504 et suivantes).

L'ulcération détruit ainsi les excroissances formées les premières, tandis qu'à la circonférence de la tumeur le tissu nouveau continue ses progrès envahissants.

L'observation suivante est un exemple de destruction avancée de la tumeur encéphaloïde, et des altérations des vaisseaux artériels et capillaires qui en sont le résultat.

OBS. VIII. — *Production encéphaloïde du col utérin et de la vessie. — Granulations secondaires des plèvres. — Pleurésie purulente. — Péritonite par perforation. — Altération des vaisseaux de l'ulcération.* — D..., cinquante et un ans, entre le 7 octobre à la salle Sainte-Marthe, n° 9, dans le service de M. le docteur Charcot. L'affection utérine date de deux ans.

Autopsie faite le 18 novembre 1863. — Péricarde et cœur normaux. Les

deux plèvres contiennent de la sérosité louche et des flocons fibrineux. Les plèvres costales montrent à leur surface un grand nombre de granulations blanchâtres du volume d'un grain de millet à une lentille, isolées ou réunies en plaques plus ou moins saillantes, peu dures, et donnant du suc laiteux par l'écrasement ou sur une coupe. Les poumons sont sains.

Le péritoine est plein de pus, mais n'a pas de granulations à sa surface; une solution de continuité du péritoine conduit dans le cloaque utéro-vaginal.

Le tube digestif est normal; le foie est granuleux à sa surface; la partie périphérique des acini est en dégénération graisseuse: on ne trouve pas à l'examen microscopique un épaississement notable des cloisons fibreuses inter-acineuses. La rate est saine.

Le rein droit est converti en un kyste par la dilatation du bassinet; la capsule fibreuse est très-adhérente à la surface; le parenchyme rénal atrophié, aplati bien que reconnaissable, avec ses deux substances, forme la paroi externe de ce kyste. On retrouve là au microscope les glomérules atrophiés du rein, les tubuli, qui sont très-petits et dont les cellules sont infiltrées de granulations graisseuses. L'uretère est également très-distendu, plus gros que le pouce.

Les organes pelviens sont adhérents entre eux. Le rectum est sain; sa muqueuse est simplement injectée. La vessie communique avec l'ulcération utéro-vaginale. L'utérus est complétement détruit, réduit à son bord supérieur. Le reste du corps et le col, ainsi que le vagin, sont remplacés par une grande cavité sur laquelle on voit des bourgeons vascularisés rouges, des saillies formées par des vaisseaux interrompus et détruits dans leur extrémité inférieure, et de longs tractus gris flottants et minces. Un examen plus détaillé des vaisseaux de l'ulcération a montré :

1° Qu'en suivant et en ouvrant les artères utéro-vaginales, on arrivait à leur terminaison sur une saillie de l'ulcération où elles s'arrêtaient brusquement, et que leur cavité était obstruée là par un bouchon fibrineux adhérent à la paroi.

2° Que les artérioles et les capillaires libres, flottants dans l'ulcération, étaient les uns recouverts de cellules épithéliales, d'autres nus et présentant une hypergenèse manifeste de leurs noyaux, d'autres enfin, et c'était le plus grand nombre, en dégénération granulo-graisseuse.

3° A la surface des bourgeons vascularisés et rouges, sessiles, on voyait, en examinant à un faible grossissement (40 diamètres), des vaisseaux capillaires avec des dilatations ectasiques et deux aspects bien différents: les uns étaient d'un rouge veineux, gorgés de sang; les autres paraissaient opaques et gris. A ce faible grossissement, les premiers contenaient des globules sanguins; les seconds, examinés à un plus fort grossissement, montraient leur paroi granuleuse et un contenu formé de fibrine et de corpuscules sanguins altérés, incolores, réduits à leur membrane d'enveloppe, englobés par la fibrine à l'état granuleux. En ajoutant de l'acide acétique on rendait la fibrine transparente,

et l'on reconnaissait mieux les granulations de la paroi. Ainsi, les bourgeons possédaient des capillaires déjà oblitérés et marchant vers leur destruction, et d'autres dilatés remplis de sang. Ces derniers, lorsque la préparation avait été bien lavée, montraient les dilatations en massue et la multiplication des noyaux que nous avons représentée fig. 3, planche IV de ce journal (1864). Les noyaux, d'ovoïdes qu'ils étaient, devenaient sphériques; souvent leur pourtour et la paroi du capillaire présentaient des granulations graisseuses.

Les veines qui se trouvaient au centre des bourgeons précédents, n'étaient généralement pas oblitérées ni dégénérées.

Un ganglion lymphatique pelvien avait le volume d'un œuf de pigeon, et la surface de section laissait suinter du suc laiteux.

Les nerfs étaient sains.

L'examen microscopique du liquide blanchâtre très-abondant dans toutes les parties malades et même dans le peu qui restait de l'utérus, nous a fait voir des noyaux volumineux ovoïdes contenant un ou deux nucléoles brillants et gros, et des cellules généralement sphériques ou ovalaires, volumineuses, à un ou plusieurs noyaux, des cellules en raquette, des cellules excavées, etc.

Dans les préparations où l'on avait un capillaire ou une artériole recouverts de ces cellules, elles affectaient une disposition quelquefois très-régulière par rapport au vaisseau sur lequel elles s'implantaient, leur grand axe était perpendiculaire à la direction du vaisseau et les cellules étaient parallèles entre elles.

Lorsque les petites veines ont été envahies par la production morbide (voy. page 505) et que l'ulcération comparable à une gangrène humide a détruit presque complétement la tumeur, on trouve un vaste cloaque dont la surface présente les soulèvements cylindriques anastomosés qui ne sont autres que le réseau des artères et des veines utéro-vaginales. Sur les principaux troncs, font saillie de petits bourgeons secondaires au centre desquels se trouve un vaisseau de petit calibre interrompu brusquement et oblitéré. A ce degré avancé d'altération, les veines et les sinus veineux sont toujours remplis par des masses épithéliales mélangées avec de la fibrine. Les veines hypogastriques, iliaque et crurale, sont alors oblitérées par des caillots de même nature ou purement fibrineux.

On peut même rencontrer des granulations secondaires dans l'intérieur d'une grosse veine, développées de la façon suivante qui est fort curieuse: un caillot fibrineux se prolonge dans une grosse veine; entre lui et la paroi de la veine une membrane celluleuse,

vascularisée même, s'organise et dans cette membrane se forment des granulations secondaires (obs. IX).

Lorsque l'ulcération et la destruction de la tumeur sont très-avancées, que les parois de l'ulcération ne sont plus formées par un tissu blanchâtre riche en suc laiteux, il peut être difficile de savoir si l'on a bien réellement affaire à une tumeur épithéliale. Mais dans ces cas, il existe toujours, soit un ganglion lymphatique dégénéré, soit une extension du mal au tissu cellulaire des ligaments larges et du bassin, soit des tumeurs sous la muqueuse de la vessie ou du rectum. Nous n'avons pas eu, dans nos autopsies, de cas où la difficulté fût insoluble. Mais il ne faut pas confondre avec les tumeurs épithéliales les excroissances papillaires du col, dures, fibreuses, ne donnant aucun suc à la coupe, dont nous avons vu deux exemples : l'un chez une vieille femme atteinte de syphilis viscérale ; l'autre dont la cause nous a échappé et qui se trouve rapporté dans les *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1863, p. 118 (1). Dans ces cas, bien qu'il se produise une perte de substance, une ulcération, on a un moyen de diagnostic anatomique certain, c'est que le tissu sous-jacent à l'ulcération présente une hypergenèse de tissu conjonctif, et ne contient pas de cellules épithéliales infiltrées.

Nous n'avons jamais vu comme affection primitive, de tumeur épithéliale des parois du corps de l'utérus, et même l'infiltration secondaire généralisée à la totalité des parois de l'utérus est très-rare consécutivement aux tumeurs du col. Ainsi nous n'en avons observé que deux cas : l'un d'eux est publié dans les *Comptes rendus de la Société de biologie* (1863, p. 66). L'utérus était énorme, mesurait 12 centimètres en longueur, ses parois comprises ; les parois étaient partout épaisses de 15 à 23 millimètres, la trompe gauche présentait aussi une infiltration de ses parois qui étaient épaissies et riches en suc sur une coupe. Elle était grosse comme le doigt, et le pavillon évasé, retourné en haut du côté de la cavité pelvienne, avait produit une péritonite mortelle.

(1) Nous prévenons d'une erreur typographique dans le titre de cette observation.

C'est la seule de nos observations où les parois de la trompe aient été envahies.

L'observation suivante est notre second exemple d'infiltration secondaire des parois utérines dans leur totalité, et il coïncide avec une altération semblable des ovaires. C'est aussi le seul cas que nous possédions de tumeur épithéliale de l'ovaire.

Obs. IX. — *Tumeur encéphaloïde de l'utérus, du vagin, de l'ovaire et de la vessie. — Kyste ovarique. — Granulations secondaires à la surface d'un caillot fibrineux de la veine iliaque. — Granulations de toute la surface du péritoine.* — L..., âgée de cinquante-trois ans, entrée le 6 novembre 1863, au n° 13 de la salle Sainte-Marthe, service de M. Charcot. Son affection utérine date de deux ans. Elle a de très-vives douleurs dans les jambes et les cuisses depuis un an, et de l'œdème dans le membre inférieur gauche depuis deux mois.

Autopsie faite le 29 *novembre* 1863. — Les poumons sont anémiés et emphysémateux ; le cœur est normal.

A l'ouverture de l'abdomen, le péritoine présente sur toute la surface des granulations et de petites tumeurs arrondies, isolées ou réunies, ayant de 1 millimètre à 5 ou 8 millimètres de diamètre. Elles sont surtout nombreuses sur le foie et sur le diaphragme. Elles sont un peu molles, faciles à écraser entre les doigts, et elles donnent par la pression ou par le raclage pratiqué sur une coupe un suc laiteux assez abondant. Le foie est normal, et les granulations développées dans le péritoine qui le recouvre n'intéressent en aucun point sa surface ni son parenchyme. La rate est assez grosse, rosée sur une coupe.

Le rein droit, indépendamment des granulations appartenant au péritoine qui le recouvre, montre, dans l'épaisseur de sa capsule propre, des granulations de même nature, mais il n'en a pas dans son parenchyme même. Le rein gauche est petit, anémié, semi-transparent et blanc sur une coupe. Le bassinet et l'uretère sont distendus à gauche par l'urine.

La cavité pelvienne est remplie par deux tumeurs : l'une solide, bosselée et granuleuse à sa surface, qui est le corps de l'utérus et l'ovaire droit ; l'autre, située à gauche, est un kyste gros comme la tête d'un enfant.

La vessie contient un liquide trouble, et son bas-fond montre d'énormes champignons blanchâtres vascularisés à leur surface, donnant sur une coupe beaucoup de suc laiteux.

La surface péritonéale de l'utérus est couverte de granulations blanchâtres plus ou moins grosses. Outre le kyste énorme qui siége à gauche de l'utérus, il y a, sous le péritoine, entre lui et l'utérus, au milieu du bord supérieur de l'utérus, un petit kyste à parois minces, rempli de sérosité transparente. L'utérus est très-gros ; son col est ulcéré ; ce qui reste du col et le corps mesurent 9 centimètres ; les parois ont une épaisseur considérable qui atteint

3 centimètres. Le col et le vagin forment une vaste surface ulcérée sur laquelle végètent des fongosités blanchâtres, opaques et molles comme celles de la vessie. Sur une coupe longitudinale des parois de l'utérus, on reconnaît qu'elles sont complétement transformées en un tissu blanchâtre d'où sortent par la pression de fines gouttelettes d'un suc laiteux.

Le kyste qui siége à gauche de l'utérus paraît provenir de l'ovaire du même côté; sa paroi est mince, excepté au point où elle adhère avec l'utérus: dans ce point existent de gros bourgeons blanchâtres, riches en suc, qui font saillie dans la cavité du kyste, en sorte qu'il y aurait à la fois kyste et cancer de l'ovaire gauche.

L'ovaire droit est très-gros, comme un petit œuf de poule, il est accolé au bord correspondant de l'utérus et recouvert par la trompe hypertrophiée et ronde à son origine, dont le pavillon s'applique sur lui. La coupe de cet organe fait voir une surface de section pleine et blanche d'où suinte à la pression un suc laiteux. La trompe n'est pas oblitérée et contient un mucus puriforme.

Les ganglions lymphatiques pelviens et lombaires sont tous dégénérés et très-gros. Ces derniers notamment sont gros comme des noix.

La veine crurale et l'iliaque du côté gauche sont disséquées et ouvertes. Elles contiennent un caillot fibrineux dont les couches superficielles sont colorées en jaune par de très-beaux cristaux d'hématoïdine. Ce caillot adhère à la paroi interne de la veine par une fine membrane celluleuse organisée dans laquelle se trouvent des vaisseaux de nouvelle formation, se continuant avec les *vasa vasorum*. En outre, se sont développées sur cette même membrane des granulations fines, isolées ou groupées, blanchâtres, de même nature que celles du péritoine, ainsi que l'a démontré l'examen histologique. Il n'y avait aucune solution de continuité des parois de la veine, qui ne paraissaient pas non plus altérées à simple vue. Au microscope, le liquide laiteux de toutes les productions nouvelles, de la vessie, de l'utérus, de l'ovaire, des granulations du péritoine et de la néomembrane qui entourait le caillot, était partout composé des mêmes éléments: noyaux ovoïdes volumineux avec un nucléole brillant et assez gros; cellules sphériques ou irrégulièrement prismatiques; cellules excavées, cellules mères, corps granuleux. Les noyaux et les cellules sphériques auraient été regardés il y a quelques années comme des types de cellules cancéreuses.

Les *alvéoles* obtenus sur des coupes de ces pièces durcies étaient de grosseur moyenne, de $0^{mm},05$ à $0^{mm},1$; ceux des parois internes présentaient, en outre du tissu conjonctif de nouvelle formation, des fibres-cellules musculaires contenant des granulations graisseuses, et des vaisseaux capillaires dont les parois étaient infiltrées de granulations de même nature.

Les nerfs sacrés étaient comprimés par les ganglions lymphatiques pelviens, mais ne présentaient pas d'autre altération.

La colonne vertébrale lombaire était saine.

Cette rareté de l'altération de la trompe et de l'ovaire ne peut pas être affirmée d'une façon absolue ; dans ces autopsies il est en effet souvent difficile de déterminer si une tumeur dégénérée, accolée à la partie postéro-latérale de l'utérus, est l'ovaire ou un ganglion lymphatique, et nous n'avons pas tenu compte des cas douteux. Aussi cette fréquence des lésions de l'ovaire et de la trompe est-elle très-variable suivant les observateurs; on peut en juger : Dittrich, Lebert et E. Wagner (1) sur 107 cancers de l'utérus trouvent l'ovaire pris dix fois et la trompe trois fois, tandis que Kiwisch sur soixante-treize cas, trouve quatorze cancers de l'ovaire et dix-huit de la trompe.

Pour les autres organes pelviens, ils ont été envahis par les progrès de la tumeur utérine de la façon qu'indique le tableau suivant :

Le vagin........................	Presque toujours.	
Les ganglions lymphatiques pelviens...	16 fois sur 26 cas indiqués.	
— — lombaires..	Rarement.	
— — inguinaux..	Très-rarement.	
La vessie...	14 fois	sur 32 cas.
La vessie avec perforation..........	9 fois	
L'uretère	1 fois	
Le rectum..............	3 fois	
Le rectum avec perforation.........	2 fois	
L'urèthre........................	Très-rarement.	
Les veines	Très-souvent.	
Le muscle psoas..................	2 fois.	
L'os des iles	1 fois.	
La colonne vertébrale..............	1 fois.	
La peau	1 fois.	

La vessie et le rectum étaient pris ensemble deux fois et le rectum seul une fois, ce qui fait que quinze fois sur trente-deux, ou dans la moitié des cas, l'affection utérine se communique au rectum ou à la vessie. Si nous nous rappelons les relevés des deux premières variétés de tumeurs épithéliales du col, nous avons sur vingt observations sept cas d'extension du mal à la vessie et au rectum, c'est-à-dire dans environ le tiers des cas, on voit qu'il n'y a pas une différence bien notable dans l'envahissement des

(1) E. Wagner, *Der Gebärmutterkrebs*, 1858, p. 68 et 69.

parties voisines; mais il n'en est pas de même pour ce qui regarde leur généralisation par noyaux ou granulations secondaires loin de la région affectée la première. Ainsi ce mode de généralisation s'est présenté cinq fois dans les tumeurs de la dernière variété, tandis que nous n'en avons pas d'exemple dans les deux premières. Ces granulations siégeaient dans les organes suivants :

Au péritoine	3 fois.
Aux plèvres	3
Au foie	3
Aux poumons	2

Dans une observation publiée dans les *Comptes rendus de la Société de biologie* (1863, p. 55), nous avons vu se développer à la suite d'une tumeur épithéliale du col utérin, un kyste très-volumineux de même nature dans l'épaisseur du tibia. Les granulations secondaires sont, comme on le voit d'après ces chiffres, très-rares dans les tumeurs malignes du col utérin, ce qui concorde parfaitement, du reste, avec les relevés statistiques présentés par tous les observateurs. Ainsi, M. Luys, sur vingt-sept autopsies de cancer utérin, n'a vu que trois fois la généralisation : au péritoine une fois, au foie une fois, au rein une fois (1).

La durée de l'affection depuis son début jusqu'à la mort des malades, a été de cinq mois à quatre ans dans ses limites extrêmes, et la moyenne a été exactement la même que pour les tumeurs hétéradéniques, vingt mois.

Nous avons noté dans nos autopsies les complications suivantes dépendant de l'affection utérine, mais non de la même nature qu'elle :

Péritonite purulente	7 fois, avec perforation 4 fois.
Phlegmon des fosses iliaques et du psoas.	2 fois.
Phlegmon des ligaments larges	1 fois.
Abcès du rein et pyélo-néphrite	4 fois, une seule fois avec péritonite purulente.
Hydro-néphrose, distension des uretères.	Presque constantes.

(1) *Traité des maladies utérines*, par Becquerel, t. II.

Néphrite parenchymateuse	2 fois.
Cystite	Très-fréquente.
Ulcérations du gros intestin analogues à celles de la dysentérie	1 fois.
Hypérémie du rectum................	Très-fréquente.
Rate...............................	Presque toujours hypertrophiée.
Dégénération graisseuse avec hypertrophie du foie.........................	Très-souvent.
Abcès métastatiques du foie	1 cas en coïncidence avec une péritonite purulente.
Thrombose des veines hypogastrique iliaque et crurale	Assez fréquente.
Embolie de l'artère pulmonaire.........	1 cas (obs. XI).
Bourgeons durs fibro-vasculaires du vagin.	Fréquents.
Kystes du vagin....................	2 cas.

Ces dernières lésions du vagin sont dues au passage constant de pertes blanches ou rouillées, ichoreuses et irritantes, dans ce canal ; les bourgeons qu'on trouve alors et qui siégent surtout dans la moitié inférieure non ulcérée du vagin, sont très-durs, quelquefois très-nombreux et gros comme des petits pois ou des noisettes, en forme de chou-fleur. On pourrait au premier abord les prendre pour des productions de même nature que la tumeur utérine ; mais sur une coupe elles ont les caractères d'un tissu fibreux, n'ont pas de liquide laiteux, et sont causées par une hypertrophie simple des papilles recouvertes de la membrane muqueuse normale, par un processus analogue aux choux-fleurs syphilitiques, ou à ceux de la grossesse.

De toutes les lésions présentées dans le tableau précédent et dans toutes les variétés de tumeurs épithéliales du col, les plus constantes sont celles des reins et des conduits excréteurs de l'urine. Nous n'avons pas trouvé de tumeur secondaire du parenchyme rénal, et dans un cas seulement des granulations de sa capsule fibreuse : une seule fois nous avons vu la propagation de la tumeur primitive à l'uretère sous forme de bourgeons saillants dans l'intérieur de ce conduit. Nous transcrivons cette observation intéressante à cause de sa rareté.

Obs. X. — *Encéphaloïde de l'utérus de la vessie et de l'uretère gauche. — Pyélo-néphrite suppurée.* — La nommée R..., âgée de cinquante-sept

ans, entre à la salle Sainte-Marthe, n° 10, le 5 septembre 1863, dans le service de M. Charcot. Le début de son affection utérine remonte à quatre ans: ses jambes sont œdématiées depuis deux mois.

Autopsie faite le 22 novembre 1863. — Les poumons sont emphysémateux; le poumon gauche présente dans son lobe supérieur un petit calcul enchatonné. Le cœur et le péricarde sont normaux.

Le foie est gros, pèse 1570 grammes: le centre de ses lobes est rouge, la périphérie est gris jaunâtre, en dégénération graisseuse. La rate est volumineuse, longue de 16 centimètres; son poids est de 230 grammes; sa surface de section, assez résistante, est de coloration rosée.

L'intestin grêle adhère à l'utérus par trois de ses anses. L'utérus est lui-même adhérent au rectum et à la vessie.

Le *rein gauche* est distendu, réduit à une poche remplie d'un pus jaunâtre, caséeux, adhérent. La longueur du rein est de 14 centimètres à gauche, tandis que celle du rein droit est de 12 centimètres. La capsule fibreuse du rein gauche lui adhère intimement; la substance propre du rein (substance corticale et tubuleuse) est atrophiée et présente en outre de nombreux petits abcès purulents de 1 à 3 millimètres de diamètre. C'est par la dilatation du bassinet et l'atrophie du parenchyme rénal que s'est formée cette vaste poche pleine de pus. La muqueuse du bassinet et de celle de l'uretère également rempli et distendu, est épaisse, blanche, opaque, et finement arborisée à sa surface.

La *vessie* communique largement avec le vagin: ses tuniques sont, à son bas-fond, épaissies et infiltrées par un liquide blanchâtre lactescent très-abondant.

L'*uretère gauche* a son entrée dans la vessie, et pendant son trajet oblique, est resserré et obturé par des bourgeons blanchâtres assez durs, très-riches en suc, qui partent de la surface et des couches profondes de la vessie. Au-dessus de cet étranglement l'uretère se dilate, il est plein de pus, et l'on voit en outre, à sa surface muqueuse, de petits bourgeons blanchâtres semblables aux précédents.

Le *rein droit* est anémié, pâle et semi-transparent sur une coupe. Le bassinet et l'uretère sont distendus.

L'*utérus* est réduit à sa partie supérieure longue de 3 centimètres seulement; encore ses parois sont-elles là en partie dégénérées, transformées en un tissu blanchâtre, mou, d'où l'on fait sortir par la pression un liquide blanc épais qui en est exprimé comme d'une éponge.

A la place du col et de la partie supérieure du vagin est une ulcération bourgeonnante communiquant avec la vessie, recouverte d'une matière sanieuse grisâtre; aux bourgeons volumineux de la surface ulcérée sont appendus des linéaments flottants de coloration blanche opaque. On les voit bien surtout en les regardant sous l'eau. L'examen microscopique fait voir, dans ces linéaments blancs, des vaisseaux très-fins, généralement capillaires, incrustés de corps granuleux et de cristaux innombrables de phosphate ammoniaco-

magnésien. Le tissu sous-jacent à l'ulcération est, dans une étendue plus ou moins considérable suivant les points qu'on examine, blanchâtre et riche en suc.

Les ganglions pelviens et lombaires sont gros et dégénérés ; les uns donnent sur une coupe un liquide laiteux, les autres une substance semi-liquide, caséeuse, également blanche. Les ganglions inguinaux sont peu développés.

Les veines crurales et iliaques sont libres de tout caillot.

Le tube digestif est sain, sauf une vive injection de la muqueuse rectale.

Le liquide laiteux de la tumeur, examiné au microscope, a montré des éléments très-volumineux, et de forme variée : des noyaux ovoïdes de $0^{mm},009$ à $0^{mm},011$ de diamètre sur $0^{mm},007$-$0^{mm},008$, possédant un nucléole réfringent volumineux, des cellules sphériques ou irrégulières, avec deux ou plusieurs prolongements en pointe, contenant un ou plusieurs des noyaux précédents, des cellules excavées, creusées d'une cavité dans laquelle était logé, soit un noyau, soit une cellule. Dans ce liquide il y avait aussi, surtout dans les parties caséeuses, une grande quantité de cellules en dégénération graisseuse et des corps granuleux.

La cystite et l'uréthrite qu'on observe presque toujours, à moins que déjà les muqueuses vésicale ou uréthrale ne soient soulevées ou perforées par l'extension du produit nouveau ; ces dernières lésions qui existent dans près de la moitié des cas, l'oblitération de l'orifice des uretères qui en est la conséquence directe, ou même les bourgeons développés dans ce conduit, telles sont les causes qui produisent toujours le même résultat : la distension de l'uretère et du bassinet, l'hydro-néphrose. L'*hydro-néphrose* est constante, à de très-rares exceptions près. Les uretères sont gros comme le doigt ou l'intestin ; le bassinet contient un demi-verre ou un verre d'urine claire ; le rein est quelquefois atrophié par cette compression ; mais dans la grande majorité des cas, il est gros, globuleux, très-pâle et lisse à sa surface après l'ablation de la capsule souvent un peu adhérente. Sur une surface de section, il est très-anémié et semi-transparent, comme œdématié et distendu par l'urine. Les cellules épithéliales, les tubuli et les vaisseaux sont normaux.

Cette distension du bassinet peut amener une pyélo-néphrite suppurée, ce que nous avons observé cinq fois. Dans ces faits, le bassinet et les calices étaient pleins de pus épais ou caséeux par

la transformation granulo-graisseuse ou phymatoïde des leucocythes. Dans un cas, tout le parenchyme rénal, substance corticale et tubuleuse, était infiltré de pus; dans deux autres, ce même parenchyme présentait des abcès disséminés.

La néphrite albumineuse ou parenchymateuse que nous avons observée quatre fois, peut-elle être regardée comme une conséquence de la distension des uretères? C'est là une question douteuse et que nous ne pouvons résoudre : aussi nous nous bornerons à dire qu'elle coïncidait une fois avec une pyélite purulente et dans un second fait avec la tuberculose du poumon.

Avec des obstacles à l'excrétion de l'urine aussi marqués, aussi constants, nous nous attendions à voir éclater les accidents de l'urémie ; il n'en fut rien, et bien que l'attention de mon savant maître M. Charcot fût spontanément fixée sur ce point, nous n'avons jamais vu ni les attaques épileptiformes, ni le coma particulier aux urémiques.

Aussi les observations citées par Aran (1), par M. Fournié (2) et tout récemment par M. Vannebrouque (3), doivent-elles être rares, si tant est qu'on doive les regarder comme des attaques d'urémie bien caractérisées.

Nous devons aussi signaler, bien qu'elles ne soient pas causées par les tumeurs épithéliales du col, les lésions organiques que nous avons rencontrées dans nos autopsies. L'altération organique que nous avons observée le plus souvent est l'emphysème pulmonaire, ce qui tient évidemment à ce que la majorité de nos malades avait dépassé cinquante ans.

Après l'emphysème vient par ordre de fréquence la tuberculose pulmonaire qui, dans la série de trente-deux autopsies de notre troisième variété de tumeurs, s'est montrée six fois. Il importe de bien s'entendre sur ce mot tuberculose pulmonaire; nous ne voulons pas parler ici de ces indurations du sommet du poumon avec coloration noirâtre, au milieu desquelles on trouve une ou deux petites masses caséeuses ou crétacées, que quelques

(1) Aran, *Gazette des hôpitaux*, juin 1860.
(2) Fournié, thèse d'agrégation, 1863, p. 81.
(3) Vannebrouque, *Gazette médicale*, septembre 1864.

auteurs ont donné comme des tubercules guéris. En effet, on ne sait pas au juste quelle est l'affection qui a laissé ces petits dépôts calcaires, et ce n'est pas d'eux que nous voulons parler en disant tuberculose pulmonaire, mais bien de granulations miliaires semi-transparentes de la plèvre et du parenchyme, de masses lobulaires et lobaires de tuberculose infiltrée (pneumonie tuberculeuse et caséeuse), et de cavernes.

On en pourra juger par l'observation suivante :

OBS. XI. — *Tuberculose pulmonaire. — Tumeur encéphaloïde du col utérin. — Thrombus des veines crurales. — Embolie dans l'artère pulmonaire. — Péritonite par perforation du vagin. — Pyélo-néphrite purulente.* — P..., âgée de cinquante-deux ans, entre le 23 octobre 1863, dans la salle Sainte-Marthe, n° 2, service de M. Charcot. Elle tousse depuis plusieurs années ; son affection utérine remonte à deux ans ; un œdème de la jambe gauche a débuté le 15 octobre.

Autopsie faite le 1er novembre 1863. — Femme amaigrie dont le membre inférieur gauche est œdématié. Le péricarde et le cœur sont normaux ; ce dernier ne contient pas de caillots fibrineux.

Dans les deux lobes du poumon gauche, existent des noyaux lobulaires de pneumonie caséeuse, de la grosseur d'une noisette à une noix. Sur la plèvre, on voit quelques granulations miliaires isolées ; sur la coupe du poumon, on trouve plusieurs cavernes tuberculeuses communiquant avec les bronches situées au sommet ; dans le reste du poumon, des granulations miliaires peu abondantes, des tubercules jaunes crus de la grosseur d'un grain de chènevis, et des masses lobulaires hépatisées grises et sèches sur une coupe (pneumonie tuberculeuse).

Le poumon droit est emphysémateux et présente les mêmes lésions tuberculeuses que le gauche, mais à un moindre degré et sans formation de cavernes (l'examen microscopique de ces productions a été fait et en a confirmé la nature).

Les divisions de la branche gauche de l'artère pulmonaire sont en grande partie oblitérées par un caillot fibrineux décoloré, adhérent aux parois. L'adhérence de ce caillot n'existe que dans les premières et secondes divisions de l'artère pulmonaire. Après les divisions de second ordre de cette artère, au lieu d'avoir un caillot décoloré, on n'a plus qu'une coagulation rosée molle et qui n'adhère pas aux parois.

Le *péritoine* est plein de pus. Après avoir soulevé les anses intestinales pour voir l'état des organes dans le petit bassin, on constate que la première anse de l'intestin grêle à partir du cæcum est unie au bord supérieur de l'utérus par des adhérences. Il existe aussi une pseudo-membrane qui relie comme un pont le bord supérieur de l'utérus à la vessie. Ces pseudo-mem-

branes ferment là le petit bassin, et celle étendue entre l'utérus et la vessie présente deux trous bien limités, l'un de la largeur d'une pièce de 50 centimes, l'autre plus petit. Le doigt introduit par une de ces *perforations* rencontre le doigt de l'autre main introduit dans le vagin.

Le foie est volumineux, sans altération.

La rate est grosse et dure.

Le *rein* droit est gros et dur : sa capsule fibreuse est adhérente ; sa surface est bosselée. Sur une coupe de l'organe, on voit que la substance rénale est infiltrée de pus jaunâtre et bien lié ; on en fait sortir en pressant le sommet des cônes. Le bassinet est dilaté et plein du même liquide. La muqueuse du bassinet est épaisse, semi-transparente et finement injectée à sa surface. Il en est de même de l'uretère dont les parois sont distendues et épaissies, de telle sorte qu'elles se tiennent rigides comme une grosse artère. Le rein droit est dur et globuleux ; sa capsule adhère intimement à la surface qui est granulée, sans kystes. La substance corticale est un peu atrophiée. Il n'y a pas du reste de lésion parenchymateuse de ce rein.

L'intestin grêle renferme un liquide puriforme ; ses parois musculeuses sont blanches et semi-transparentes, comme infiltrées et décolorées ; sur sa surface muqueuse, on voit les follicules clos assez gros, blancs et distendus. Il n'y a pas là d'ulcérations tuberculeuses non plus que sur le gros intestin.

Le rectum, adhérent à la face postérieure et au bord gauche de l'utérus, est sain.

La vessie est normale.

Il ne reste de l'utérus que la partie supérieure du corps réduite à 3 centimètres et demi de hauteur, y compris la paroi dont l'épaisseur assez considérable mesure 1 centimètre et demi.

A la place du col existe une vaste perte de substance qui a détruit la partie supérieure du vagin, et dont la surface ulcérée présente des bourgeons blanchâtres possédant à leur centre et à leur surface des vaisseaux un peu injectés.

De ces bourgeons pendent de petits vaisseaux sous forme de filaments blancs qu'on voit très-bien sous l'eau. Toute la surface de l'ulcération est baignée d'un liquide laiteux très-abondant. Le tissu des parois de l'ulcération est mou, de la même coloration blanchâtre opaque, que sa surface.

Les *éléments histologiques* de ce liquide sont des noyaux assez volumineux de $0^{mm},009$ à $0^{mm},011$, possédant un nucléole et des cellules sphériques ou prismatiques, petites relativement à leur noyau. On y trouve aussi des cellules fusiformes.

Le tissu des parois de l'ulcération, examiné après avoir été durci dans l'acide chromique, présente des *alvéoles* arrondis ou ovalaires mesurant de $0^{mm},05$ à $0^{mm},1$, séparés par des tractus de tissu conjonctif peu épais, et contenant dans leur intérieur les cellules et les noyaux précédents disposés sans ordre.

Un grand nombre des petites veines de ce tissu sont remplies par des caillots décolorés contenant des cellules épithéliales.

Les veines crurale et iliaque gauche sont complétement oblitérées par un caillot fibrineux ancien, décoloré, adhérent, semblable comme aspect à celui de l'artère pulmonaire gauche.

Les ganglions lymphatiques sont un peu gros et rosés sur une coupe, mais non dégénérés.

Les branches nerveuses afférentes du sciatique gauche passent, dans le bassin, à travers un tissu cellulaire calleux et dur.

Nous ne nous servirons pas pour désigner ces faits du mot de phthisie pulmonaire, parce qu'en prenant cette dénomination dans son étymologie rigoureuse, il n'y a pas épuisement de cause pulmonaire. La tuberculose, en effet, dans nos six observations, était chronique de sa nature, peu étendue, et sans réaction fébrile, bien que se développant sourdement. Mais elle n'était pas éteinte, et l'anatomie pathologique peut, je le crois, nous permettre d'assurer que des granulations miliaires, semi-transparentes, trouvées à l'autopsie, ne sont pas antérieures au début de l'affection utérine.

Nous avons cru intéressant de rapporter ces faits de tuberculose en coïncidence avec les tumeurs dites cancéreuses ; on sait, en effet, que Jenning et Carswel avaient cru à l'antagonisme de ces deux néoplasies. Nos faits viennent donc à l'appui de ceux publiés par Rokitansky, Broca et E. Wagner, contre cette prétendue incompatibilité.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE XIV.

FIG. 1. (Grossissement de 40 diamètres.) — Coupe perpendiculaire à la surface d'une tumeur hétéradénique du col (obs. I) : *s*, surface libre ; *a*, tissu conjonctif qui environne les filaments glanduliformes *b* et qui se termine à la surface sous forme de franges libres *a'* ; *c*, anastomose de deux tubes parallèles ; en *e* un tube se divise en deux branches qui se séparent à angle aigu pour se réunir de nouveau ; *d*, renflements pariétaux et terminaux en forme de culs-de-sac.

FIG. 2. (Grossissement de 26 diamètres.) — Coupe du tissu sous-muqueux de la vessie : *g'*, nombreux culs-de-sac partant d'un centre commun ; *h'*, tissu conjonctif sous-muqueux.

FIG. 3. (Grossissement de 55 diamètres.) — Coupe pratiquée également dans

le tissu sous-muqueux de la vessie : g'', culs-de-sac multiples partant d'un centre commun en forme de rayons. Le tissu conjonctif h'' pénètre entre les culs-de-sac sans les toucher.

FIG. 4. (Grossissement de 34 diamètres.) — Coupe d'une granulation saillante à la surface sous-péritonéale du corps de l'utérus : f, péritoine ; h, tissu fibro-musculaire de l'utérus ; g, cylindres glanduliformes. (Ces trois dernières figures sont relatives à l'observation III.)

FIG. 5. (Grossissement de 40 diamètres, dessinée à la lumière réfléchie.) — Anastomoses et culs-de-sac nombreux des filaments glanduliformes. Préparation faite sur la tumeur dont l'observation est insérée dans le *Bulletin de la Société de biologie*, 1863, p. 132.

PLANCHE XV.

FIG. 1. (Grossissement de 60 diamètres.) — Filament glanduliforme obtenu sur une coupe de la tumeur du col du sujet de l'observation IV : p, p', renflements latéraux ; m, cellules granuleuses pleines de granulations graisseuses au centre du cylindre. En n un lambeau d'épithélium de la circonférence supérieure du cylindre s'est détaché.

FIG. 2. (Grossissement de 30 diamètres.) — Représente un globe épidermique v au centre d'un cylindre.

FIG. 3. (Grossissement de 200 diamètres.) — v, globe épidermique au centre d'un cylindre qui se divise en x ; l'épithélium le plus rapproché de la surface r lui est perpendiculaire ; t, tissu conjonctif avec ses noyaux allongés.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

De l'action du sucre et de quelques substances acides sur les dents. — Recherches expérimentales, par le docteur P. MANTEGAZZA, professeur de pathologie générale à l'Université de Pavie.

ANALYSE PAR M. LE DOCTEUR MAGITOT,

Membre de la Société de biologie, etc.

Une idée, assurément fort accréditée, consiste à admettre que le sucre exerce sur les dents une action chimique qui aurait pour résultat d'en causer la destruction ou même de produire des caries véritables. Quelques faits d'observations donnaient une certaine créance à cette assertion ; ainsi on avait constaté de tout temps que les enfants qu'on laissait abuser de sucre présentaient des altérations plus ou moins profondes des dents ; certains individus à profession spéciale, les confiseurs, les cuisiniers, sont dans le même cas. A ces

faits, on opposait, il est vrai, les exemples des Indiens et des noirs des Antilles occupés aux plantations de canne à sucre et qui ont nécessairement la salive imprégnée de sucre, bien que leurs dents se conservent en général intactes. En présence de ces données contradictoires, le professeur Mantegazza résolut de soumettre cette question à une démonstration rigoureuse et scientifique. Il entreprit alors une série d'expériences directes dont nous allons rendre compte.

Dans une première série de trois expériences, l'auteur voulut étudier l'action directe du sucre dans la bouche, et sur le vivant il fit frotter d'abord les dents d'une personne avec un morceau de sucre pur et observa que les poussières contenaient des traces de chaux et même des fragments d'émail et d'ivoire. Ce fait indique clairement l'action mécanique, bien prévue d'ailleurs, du sucre sur le tissu dentaire. Dans deux expériences suivantes, un morceau de sucre fut gardé pendant cinq minutes dans la bouche et la salive rendue ne contenait pas de trace de chaux.

Comme on le voit, le réactif dont se sert M. Mantegazza pour déterminer l'altération survenue est la présence de la chaux contenue dans la salive après l'expérience.

Dans une deuxième série d'expériences d'un caractère beaucoup plus précis, les dents humaines parfaitement saines et préalablement séchées et pesées furent plongées dans trois solutions : la première de 5 grammes de sucre dans 50 centimètres cubes d'eau distillée, la seconde de 25 grammes de sucre dans 50 centimètres cubes d'eau, et la troisième de 25 grammes de sucre dans 50 centimètres cubes de salive : les deux premières solutions, au début de l'expérience, étaient neutres ; la troisième alcaline, puis toutes trois furent maintenues sous un récipient pendant trente jours, à une température de plus de 20 degrés.

Pendant le premier jour rien ne change ; vers le cinquième on remarque que la solution salivaire est devenue neutre et décèle déjà des traces de chaux, et enfin du septième au neuvième jour les trois solutions s'étaient acidifiées et contenaient aussi de la chaux dont la proportion fut croissante jusqu'à la fin de l'expérience. Après les trente jours, les dents lavées de nouveau, puis séchées, furent pesées, et l'on constata qu'elles avaient perdu de leur poids une quantité qui variait de 2 à 5 pour 100 ; et, chose remarquable, la solution aqueuse faible de la solution salivaire avait produit une action à peu près aussi énergique, tandis que la solution aqueuse concentrée n'avait fait perdre aux dents que 2 pour 100 de leur poids.

Dans une troisième série d'expériences, trois groupes de dents saines furent soumises à l'action de liquide préparé comme dans la série précédente ; seulement afin de limiter leur action spéciale à l'émail, les dents furent suspendues par des arcs métalliques, de manière que la couronne seule plongeât dans le liquide. Le résultat fut à peu de chose près le même. Ces divers résultats une fois obtenus, M. Mantegazza voulut étudier l'action directe des acides faibles sur les dents et plonger des dents dans des solutions plus ou moins con-

centrées d'acide lactique, acétique, etc. : dans tous les cas, l'altération des dents s'est produite, et d'autant plus rapidement que la solution acide était plus forte. De l'ensemble de ses expériences l'auteur croit devoir tirer les conclusions suivantes :

1° Le sucre n'exerce aucune action chimique sur les dents : il ne peut donc ni les altérer, ni les prédisposer à la carie.

2° Le sucre peut mécaniquement attaquer l'émail des dents comme les autres corps durs ; mais pour qu'il pût se produire une altération très-appréciable, il faudrait manger continuellement du sucre en morceaux.

3° Le sucre n'attaque les dents que lorsqu'il a subi la fermentation acétique ou lactique.

4° L'acide lactique concentré et dilué, le vinaigre, le jus de citron attaquent l'émail des dents ; il peut se faire cependant que les dents mieux organisées soient capables de résister à cette cause d'altération.

5° Les acides végétaux entrent en si petite quantité dans notre régime ordinaire, qu'ils ne sauraient nuire d'une manière sensible aux dents bien organisées. Les seules personnes qui doivent s'en abstenir sont celles qui, ayant de mauvaises dents, éprouvent subitement en mangeant des substances acides la douloureuse sensation de l'agacement des dents.

6° La sécrétion trop acide du mucus buccal est une des causes les plus communes et les plus certaines de l'altération des dents : voilà pourquoi dans la pratique on emploie si utilement les poudres dentifrices alcalines et plus spécialement le charbon végétal imprégné d'une solution saturée de bicarbonate de soude et séchée.

7° Il peut arriver que l'abus du sucre et des choses sucrées contribue à augmenter l'acidité de la sécrétion de la bouche et agisse aussi sur les dents, mais cela reste à démontrer.

Nous nous associons volontiers aux conclusions du mémoire. Celles qui sont relatives à l'action des substances acides, minérales ou végétales, sur les dents, ne sauraient être l'objet d'aucune constatation. Ces résultats étaient d'ailleurs depuis longtemps acquis à la science, et déjà en 1828 un mémoire de M. le docteur Régnart avait assez nettement indiqué la part qu'on doit attribuer à ces divers agents dans la production de certaines altérations des dents, la carie par exemple.

Quant aux conclusions qui se rapportent spécialement au sucre. Nous ne croyons pas que M. Mantegazza soit autorisé à nier l'action directe de cet agent sur le tissu dentaire. Des deux expériences sur lesquelles s'appuie cette conclusion, la première (séjour d'un morceau de sucre pendant cinq minutes dans la bouche sans trace de chaux dans la salive) nous paraît insuffisante, et la seconde (dissolution salivaire de sucre s'acidifiant au bout de cinq jours et attaquant les dents) démontre, il est vrai, que le sucre ne saurait séjourner un certain temps dans la bouche sans y subir la fermentation acide, mais s'éloigne des conditions ordinaires et normales où des aliments sucrés ou du sucre en matière ne séjournent ordinairement au contact des

dents qu'un temps trop court pour y subir la transformation acide. Il est cependant un moyen bien complet de résoudre la question, et nous nous proposons de l'explorer nous-même dans une série d'expériences que nous avons entreprises sur le même sujet : c'est de soumettre à l'action d'un liquide sucré une série de dents, en évitant avec soin la fermentation acide de la solution ou en la renouvelant aussitôt que son acidification se produirait. Le sirop de sucre, par exemple, fournirait, ce nous semble, des conditions satisfaisantes. Nous devons avouer, toutefois, que ce point du débat s'éloigne un peu du but pratique des expériences, et il reste néanmoins démontré que le sucre altère les dents. Ainsi se trouvent confirmées les prévisions de beaucoup de personnes et les affirmations de quelques auteurs. Nous-même avions depuis longtemps cette conviction basée sur quelques expériences personnelles, elles ont été mentionnées dans le *Dictionnaire de médecine*, 12e édition, par Littré et Robin, article CARIE DENTAIRE, Paris, 1864. Ainsi nous avions soumis à une dissolution simple de 30 grammes de sucre dans 200 grammes d'eau une série de dents saines protégées dans toute leur surface par une couche de cire à cacheter, excepté sur un point d'environ 1 millimètre de diamètre sur lequel agissait la solution. Le bocal, oublié pendant quatre années, fut ouvert et nous trouvâmes que toutes les dents en expériences présentaient sur le point dénudé des cavités de grandes dimensions offrant tous les caractères de certaines caries ; la liqueur, couverte de moisissure, était acide. Il était évident que le sucre avait détruit les dents, mais il restait à démontrer comme aujourd'hui si c'était à l'état de sucre ou à celui d'acide caustique ou même à cette double influence qu'avait eu lieu cette action. C'est dans ce but que nous avons entrepris depuis environ une année une nouvelle série d'expériences qui nous permet d'espérer que nous pourrons établir la part exacte qui revient à cet agent, soit comme liqueur sucrée, soit comme liqueur acidifiée. Nous en ferons connaître les résultats aux lecteurs de ce journal.

Quoi qu'il en soit, nous devons remercier M. Mantegazza d'avoir consacré son esprit investigateur à la recherche de ce problème, dont l'importance pratique n'échappe à personne ; et si un côté un peu secondaire, il est vrai, du débat nous paraît encore obscur, les principaux points sur lesquels l'auteur a porté son étude sont définitivement acquis et démontrés.

Sur le rapport des vaisseaux de la rate, par WILHELM BASLER (*Ueber das Verhalten der Milzgefässe. Inaugural-Dissertation*). Würzburg, 1863, in-8.

ANALYSE PAR M. ROBINOWICZ.

M. Billroth a recommandé de durcir la rate dans l'acide chromique, de cette manière on trouve que la pulpe, outre les vaisseaux, se compose d'un

réticulum à fibres très-fines que Kölliker considère, avec raison, comme substance conjonctive. Par suite de cette découverte, il était facile d'admettre un rapport des mailles de ce réseau avec les artérioles et les veinules les plus fines. Billroth a d'abord admis cette idée, mais plus tard il l'a rejetée. Vilhelm Müller, si je l'ai bien compris, paraît l'admettre. D'après lui, le sang se verse des capillaires, dont les parois ont des lacunes latérales, « directement dans les lacunes de la pulpe » (il y a une exception pour quelques animaux inférieurs). Les origines des veines « sont d'abord limitées seulement par des cellules fusiformes, entre lesquelles il y a également des lacunes », et par lesquelles « le courant sanguin passe de la pulpe dans les espaces creux des veines ».

D'après Stied, la connexion des capillaires avec les veines se fait par un réseau de canalicules, qui paraissent cependant n'être que des interstices du parenchyme. Key, qui a vu probablement la même chose, considère ces interstices comme de véritables capillaires. Puis, viennent les recherches de ceux qui admettent un système vasculaire clos dans la rate, surtout celles de Billroth et de Kölliker. Grohe parle d'un système de canaux dans la pulpe, dans lequel les artères s'abouchent, et où les veines prennent leur origine. Dans ce système de canaux s'abouchent aussi des formations qui renferment ce qu'on appelle corpuscules de la rate (cellules sanguines incolores, cellules de lymphe). D'après Tim, qui a examiné des rates d'oiseaux, les corpuscules de Malpighi sont pauvres en vaisseaux. Autour des corpuscules de Malpighi, on trouve un « réseau vasculaire fin, pauvrement ramifié ». Les artères s'y abouchent, et les veines en émergent.

Avant de communiquer les résultats de mes recherches, je veux dire quelque chose sur mes méthodes.

L'endurcissement s'est fait en partie dans l'acide chromique étendu (1 gramme sur 1 once d'eau), en partie dans l'alcool, en partie dans les deux à la fois (d'abord huit jours dans l'acide chromique, puis dans l'alcool).

Une bonne méthode pour voir nettement les vaisseaux, consiste à lier d'abord sur l'animal vivant la veine splénique, puis l'artère, et ensuite extraire la rate et la mettre dans l'acide chromique.

J'ai procédé ainsi sur le lapin, chien et chat. Les artères sont ensuite ordinairement vides, puisque par leur dernière contraction le sang est poussé dans les veines. Injection naturelle.

Quant à l'injection avec des substances colorées, j'ai tâché d'abord d'obtenir le remplissage des veines sous la pression la plus légère possible. J'ai vu qu'*une pression extrêmement légère* suffit pour introduire dans les veines des *quantités considérables* de liquide injecté. La pesanteur de la masse injectée m'a servi de force compressive. A cet effet, j'ai lié un tube dans la veine, et j'y ai versé le liquide. Pour exercer une pression plus forte, j'ai lié le tube à travers un tuyau de caoutchouc avec un entonnoir de verre, que j'ai attaché à une certaine hauteur. On pouvait augmenter à volonté la

hauteur de la pression selon la longueur du tuyau et la hauteur correspondante de l'entonnoir. Il fallait d'abord toujours débarrasser le tube et le tuyau de l'air. J'ai pu injecter environ 1 once de liquide dans une rate de mouton de dimensions moyennes, à une hauteur de pression de 1 à 2 pouces. Sur la surface beaucoup de veines se sont alors remplies; à la hauteur de 2 à 3 pieds on a pu injecter de 8 à 10 onces. La hauteur de pression la plus considérable qu'on a pu employer était d'environ 4 à 5 pieds. Lorsqu'on a augmenté la pression par une plus grande hauteur, il en est résulté des ruptures des vaisseaux et des extravasations. Dans toutes ces méthodes l'expérience ne peut réussir que quand la rate n'a pas été d'abord froissée. Ce procédé est bon pour l'injection des diverses rates des animaux. Cependant toutes ne supportent pas la même hauteur de pression : celles qui ont des trabécules très-développées supportent une plus grande hauteur que celles dont les trabécules sont moins abondantes. Les dimensions de l'animal paraissent aussi y avoir de l'influence. La rate du mouton a supporté la pression la plus considérable, celle du cochon n'a supporté qu'une pression moins considérable; pression qui a été encore moindre pour les rates avec veines anastomosées, comme celles de la poule, etc.; ordinairement la plus grande hauteur qu'elles aient pu supporter a été de 2 à 3 pouces.

Ce procédé n'est pas applicable aux artères; pour obtenir cependant la pression la plus égale possible, j'ai attaché entre le tube et la seringue un tuyau de caoutchouc assez long, et j'ai injecté très-lentement.

D'abord j'ai injecté seulement des masses opaques (cinabre, jaune de chrome, noir de bougie fin et colle à chaud). On réussit cependant aussi avec des masses transparentes, mais il faut les employer sans colle, à froid. J'ai obtenu quelques bonnes injections avec des solutions de bleu de Prusse.

L'injection faite, j'ai mis les rates, selon les circonstances, dans l'alcool ou dans l'acide chromique.

Considérons maintenant les vaisseaux mêmes. Billroth a raison de distinguer les rates avec veines anastomosées « veines caverneuses », des rates sans ces anastomoses, les premières avec trabécules moins développées, les dernières avec trabécules très-développées.

Les moutons, veaux, cochons, chèvres ont des rates avec des *veines simples*. J'ai injecté environ 120 rates de mouton, mais je n'ai fait que quelques injections des rates des autres animaux mentionnés. Je parlerai donc ici surtout de la *rate de mouton*.

Les gros troncs veineux se trouvent près des grosses artères ; ils perdent bientôt leurs tuniques, et dans leurs origines ils apparaissent même sans membrane distincte, comme de simples gouttières dans le parenchyme. Les trabécules artérielles qui entrent dans les corpuscules de Malpighi ne sont plus accompagnées de veines. Car les veines de volume moyen abandonnent les artères, et se divisent rapidement dans des rameaux nombreux presque à angle droit, par suite de quoi elles diminuent rapidement de calibre, prennent l'aspect de doigts fortement écartés, et disparaissent brusquement souvent comme

si elles étaient coupées. Les extrémités les plus petites ont un diamètre d'environ 15 à 3 millimètres.

* *Je rejette l'opinion de ceux qui trouvent les veines dans les corpuscules de Malpighi.* Dans mes expériences, où j'ai employé pour l'injection des veines la hauteur de pression la plus considérable, jusqu'à 4′-5′ (pieds), *les corpuscules de Malpighi restaient toujours vides et ne renfermaient aucune trace de la masse d'injection.* Ce que Grohe et Kocvalenesky prennent pour une veine centrale est évidemment une artère.

Je rejette également l'opinion de Billroth, qui croit avoir vu parfois que des *masses veineuses ont pénétré dans des artères.* Je ne l'ai *jamais* observé, quoique j'aie fait peut-être six fois plus d'injections dans les veines que Billroth, sans extravasations, et avec la plus grande précaution.

Il faut dire encore quelque chose sur les *dispositions* des veines.

Quand on verse lentement dans la veine une très-grande quantité de colle opaque, 10 onces et plus, la colle pénètre des veines les plus fines dans le parenchyme ambiant par imbibition, tandis que les grumeaux de la matière colorante restent dans l'intérieur des veines. On reconnaît facilement à la coupe de la rate que le tissu intravasculaire s'est imbibé de colle, car elle offre une consistance gélatineuse assez solide, et les veines sont plus écartées l'une de l'autre. On peut donc sans difficulté en faire des coupes bien volumineuses, jusqu'à plusieurs pouces. C'est sur ces préparations que j'ai étudié les dispositions des veines de la rate.

Billroth admet que les vaisseaux de la rate ont une disposition analogue à ceux du foie, de sorte que les origines des veines sont disposées en cercle autour d'une artère centrale, qui envoie ses rameaux vers la périphérie. Cette disposition se voit en effet autour de chaque corpuscule de Malpighi. Mais il n'est pas rare de trouver une disposition analogue, en forme d'acini, dans la pulpe, même aux endroits où il n'y a aucun corpuscule de Malpighi. Il arrive souvent que les veines, au lieu de former un cercle, présentent une forme elliptique, allongée, même en forme de canal. Enfin, on voit souvent que ce cercle veineux situé autour d'un corpuscule de Malpighi, n'est pas complétement fermé, mais il se continue avec une couronne arrondie ou allongée de la pulpe, et parfois même à travers la pulpe il se continue avec un autre cercle veineux situé également autour d'un corpuscule de Malpighi. On reconnaît cette disposition distinctement, surtout dans les rates dont les artères n'ont pas été injectées ou n'ont été que très-faiblement injectées.

Si nous faisons abstraction des gros troncs veineux qui accompagnent les grosses artères, nous pouvons nous représenter la rate entière comme parcourue par un système de canaux ramifié, parallèles aux artères, ne renfermant aucune veine, et dont la périphérie est limitée par les origines des veines. Dans le centre de ces canaux imaginaires, ou un peu en dehors, se trouvent les artères, qui envoient des ramuscules latéralement vers les origines des veines. En d'autres termes : autour de toutes les artères et de leurs tuniques se trouve un espace plus ou moins grand selon la grandeur de l'ar-

tère correspondante, et ces espaces ne renferment aucune veine et consistent en éléments pulpeux.

Les canaux sans veines présentent, là où se trouvent les corpuscules de Malpighi, un élargissement correspondant, que nous pouvons nous représenter comme si le corpuscule de Malpighi s'était enfoncé dans la tunique de l'artère, de manière à l'élargir, ainsi que l'espace qui entoure cette artère; cependant cet espace paraît un peu rétréci autour des corpuscules de Malpighi.

1. Si le canal a été coupé horizontalement, les tranches des veines forment la figure d'un anneau ou d'un cercle, qui entoure le canal coupé. Au milieu de l'anneau se montre la coupe d'une artère.

2. Dans les coupes obliques, les tranches des veines donnent la figure d'un ovale ou d'une ellipse.

3. Dans les coupes longitudinales, les tranches des veines forment des séries parallèles des deux côtés des canaux.

Si nous nous représentons le tronc artériel au milieu, ce qui est, du reste, toujours vrai, au moins approximativement, nous ne pouvons voir l'artère dans les coupes obliques et longitudinales, que quand la section a atteint en même temps le centre des canaux; dans les autres cas, on ne voit que de petites artères et des capillaires.

Quant aux veines *dont les petites ramifications s'anastomosent* entre elles, je les ai injectées surtout chez l'homme, et je ne peux que confirmer l'opinion de Billroth. J'ai surtout assez bien réussi avec l'injection de bleu de Prusse dans une rate d'un enfant. J'ai aussi obtenu de très-belles préparations par une injection naturelle, comme dans le chien, et surtout dans le lapin. Elles correspondent parfaitement aux préparations obtenues par injection. Chez un enfant dont la rate était assez riche en sang, j'ai également obtenu quelques belles préparations.

Les artères, à l'exception des plus petites, se distinguent, d'après les recherches de Schiveigger-Seidel, surtout par les gaînes vasculaires infiltrées de corpuscules spléniques, qui se trouvent en connexion intime avec le réticulum de la pulpe.

Les corpuscules de Malpighi sont en connexion intime avec les artères. On a cru d'abord qu'ils n'ont aucun vaisseau, parce que, comme Malpighi l'a remarqué, ils restent pour la plupart incolores dans les injections; on les a supposés appendus latéralement aux artères, surtout à leurs divisions. Kölliker a le premier trouvé des vaisseaux dans ces corpuscules. Billroth a trouvé qu'ils sont traversés par un troncule artériel.

Les corpuscules de Malpighi se distinguent ordinairement sur le cadavre par leur pâleur, parce que le sang est déjà passé des artères dans les veines, mais ils sont en réalité très-vasculaires. Leurs dimensions sont très-variables dans les diverses espèces, et dans les divers états d'une seule et même espèce. — Leur forme est très-variable aussi, arrondie, allongée, cylindrique, etc.

Chaque corpuscule de Malpighi consiste, comme la pulpe en un réseau de

fibres très-fines, dans les mailles duquel se trouve une grande quantité de corpuscules spléniques. Il n'y a pas de membrane particulière, mais la limite extérieure est indiquée par la condensation du réseau. Billroth décrit chez le lapin une deuxième limite intérieure. J'ai vu la même chose, quoique moins distinctement, dans le mouton. Les corpuscules de Malpighi sont *lâchement adhérents à la circonférence, ils s'en détachent facilement*, c'est l'endroit où les *extravasations se font le plus facilement.*

Je montrerai plus bas comment ils s'effectuent.

D'après mes recherches, je distingue trois espèces de ramifications artérielles :

1. *Pulpeuses*, qui se répandent dans la pulpe entre les origines des veines ;

2. *Intracorpusculaires*, les artères qui pénètrent dans les corpuscules de Malpighi : c'est le nom que je leur donne tant qu'elles se trouvent dans le corpuscule, de même qu'à leurs ramuscules qu'elles envoient dans ce corpuscule ;

3. *Extracorpusculaires:* je nomme ainsi les ramifications artérielles de la pulpe qui se répandent sur la surface du corpuscule de Malpighi.

Les artères arrivées dans le corpuscule de Malpighi se divisent ; elles le font ordinairement aussi après qu'elles en sont sorties du côté opposé, et deviennent pulpeuses.

Les artères *intracorpusculaires* traversent le corpuscule, tantôt plus près du centre, comme chez le mouton, tantôt plus en dehors, comme chez l'homme. Elles ont une gaîne qui se continue par quelques fibres avec l'enveloppe des corpuscules de Malpighi. La gaîne de l'artère se continue dans le corpuscule de Malpighi et même au delà. L'artère qui émerge de ce corpuscule se ramifie dans la pulpe, ou bien elle perce un autre corpuscule. Si le corpuscule de Malpighi est composé de parties multiples, s'il est doublé, triplé ou arboriforme, le troncule artériel qui y pénètre se divise en autant de rameaux qu'il y a de parties composantes du corpuscule, de manière que chaque partie reçoit un rameau. Dans l'intérieur du corpuscule l'artère donne des ramuscules nombreux serpentants, qui finissent par s'aboucher dans les capillaires.

Beaucoup de ces ramuscules percent les corpuscules de Malpighi et se ramifient dans la pulpe.

Si l'on injecte l'artère seule, ou bien quand on injecte d'abord les veines très-peu, la plupart des corpuscules de Malpighi ne reçoivent aucune trace de l'injection, ou bien ils en reçoivent très-peu dans les troncs principaux; on voit alors, si l'on n'a pas rempli préalablement les veines, que la masse sort *de bonne heure par les veines.* Si l'on examine alors la rate, on trouve les artères pulpeuses en partie, et les artères *extracorpusculaires* pour la plupart complétement injectées, et les dernières souvent déjà extravasées; on obtient alors souvent des figures d'injection circulaires autour des corpuscules de Malpighi (anneaux rouges, si la masse de l'injection est rouge) ; ces

figures présentent au microscope de petits troncules artériels serpentants, qui donnent des ramuscules vers la superficie du corpuscule de Malpighi, et en outre des extravasations.

Ces vaisseaux extracorpusculaires sont plus petits que ceux qui se trouvent dans l'intérieur du corpuscule de Malpighi; ils proviennent, à ce que je crois, d'un ou de plusieurs troncules, que l'artère donne avant ou immédiatement après son entrée dans le corpuscule de Malpighi. Je ne suis pas bien sûr si les ramifications ultimes de ces vaisseaux s'anastomosent avec les capillaires intra-corpusculaires, mais je le crois probable.

Les extravasations ne se font nulle part si facilement que dans les vaisseaux extracorpusculaires autour du corpuscule de Malpighi, où, comme je l'ai dit plus haut, le tissu est plus *mou*. C'est de ces *extravasations*, comme en général de *chaque extravasation* dans la rate, que les *veines* se remplissent avec une grande facilité. Si l'on enfonce une canule à un endroit quelconque de la rate, et qu'on verse l'injection dans cette canule, la masse s'écoule très-rapidement par les veines.

Il n'est donc pas nécessaire d'admettre une grande branche qui fait communiquer les artères avec les veines, pour expliquer comment l'injection artérielle s'écoule rapidement par les veines; je n'ai jamais vu une telle communication; au contraire, partout où la masse de l'injection s'écoule de bonne heure par les veines, il faut toujours attribuer cet écoulement à l'existence des extravasations.

Quand on a préalablement injecté la veine, ou quand on l'a liée, ou quand il y a un obstacle quelconque qui empêche l'écoulement par les grosses veines, et qu'on injecte les artères, les dernières ramifications artérielles se remplissent à peine ou très-peu, tandis que les veines se remplissent souvent complétement. On obtient alors ce fait remarquable : *qu'on injecte par les artères les ramifications veineuses, et non pas les ramifications artérielles.* Cela m'est souvent arrivé, quand j'ai injecté les artères seules ou après avoir rempli les veines très-faiblement, dans les rates avec des veines simples, ou les rates avec des veines anastomosées, quoique j'aie injecté l'artère très-lentement et avec la plus grande précaution. Dans les rates avec des réseaux veineux anastomosés, j'ai cru alors d'abord souvent voir un réseau capillaire autour des corpuscules de Malpighi, tandis qu'à présent je suis convaincu que c'étaient des petites veines.

Ces extravasations ont souvent lieu seulement *dans quelques endroits* de la rate, et c'est de ces endroits *que les veines se remplissent même dans les autres parties de la rate*, quand ces veines n'ont pas été injectées préalablement; on peut alors se tromper et croire que l'injection artérielle a passé dans les veines par l'intermédiaire des capillaires. Il est donc nécessaire, comme Billroth le veut, d'injecter préalablement les veines avant d'injecter les artères. Cependant il ne faut pas remplir trop les veines, pour ne pas rendre difficile l'injection artérielle; ainsi dans la rate de mouton, par exemple, il suffit de verser 2 à 3 onces dans les veines : souvent une quan-

tité moins grande suffit; souvent il en faut plus, selon la nature de chaque rate.

Je n'ai jamais vu de communication directe des capillaires avec les veines, cependant d'après mes expériences j'admets *certaines voies* entre les capillaires et les veines. J'en trouve la preuve notamment dans mes préparations d'injection naturelle, où les corpuscules sanguins n'étaient *jamais disséminés d'une manière uniforme sur toute la pièce*, mais toujours les veines en étaient seules remplies. Si les vaisseaux s'abouchaient directement dans le tissu de la pulpe, les corpuscules sanguins devraient se répandre uniformément sur toute la pièce, car dans de telles rates les vaisseaux sont seulement remplis de sang, mais ils sont turgescents par surabondance de sang. Je ne peux donc pas accepter l'opinion qui veut que le sang s'épanche dans le réticulum, car s'il en était ainsi, les corpuscules sanguins devraient se montrer disséminés sur toutes les mailles de ce réseau. Ceci a lieu seulement à l'état pathologique, comme je le démontrerai. Cependant il y a sans doute une certaine connexion entre ces voies et le réticulum, ce qui résulte de ce que je viens de dire de l'état pathologique, et aussi de ce qu'une trop grande hauteur de pression dans l'injection veineuse remplit toutes les mailles *uniformément* d'injection.

Tandis que la vacuité des veines rend la rate flasque, elle gonfle, comme une éponge, d'une manière considérable par l'injection de ces vaisseaux; ainsi dans la fièvre intermittente, typhus, pyohémie, la rate se gonfle principalement par la congestion des veines, abstraction faite de l'augmentation du nombre et du volume des éléments de la rate. J'ai pu obtenir dans mes expériences sur la rate de mouton quatre espèces de gonflements selon la hauteur de la pression.

Je veux les décrire, car cela peut expliquer les divers changements de gonflement de la rate dans les maladies. Voici ces quatre espèces :

1. Si l'on injecte une rate de mouton de dimensions moyennes avec de la colle et de la matière colorante finement granulée, non dissoute, à une hauteur de pression montant jusqu'à 1′ et 1/2′, les veines se remplissent simplement de colle et matière colorante. *Gonflement simple.*

2. A une hauteur plus grande la *colle pénètre dans le tissu par imbibition, et les granulations de la matière colorante restent dans les veines.* Dans une rate où j'ai injecté 10 onces, elle a acquis un volume triple dans tous les diamètres. Il y a peut-être quelque chose d'analogue dans la tuméfaction de la rate, où le plasma du sang transsude, et les corpuscules sanguins restent.

3. A une hauteur de pression encore plus grande, d'environ 4 à 5 pieds, le *réticulum se remplit uniformément de granulations de matière colorante.* Un fait analogue est celui de la tuméfaction morbide où les corpuscules sanguins se répandent uniformément dans toute la rate. Je l'ai trouvé chez un homme qui était atteint de fièvre intermittente ; le foie et la rate présentaient beaucoup de pigment; la rate était revenue presque à son volume normal, les corpuscules sanguins étaient répandus uniformément dans toute la rate.

4. A une hauteur de pression encore plus considérable, il y a des extrava-

sations dans un ou plusieurs endroits. Dans la tuméfaction aiguë de la rate il n'est pas rare de trouver des foyers d'extravasation.

Enfin il faut remarquer que la *concentration* et la *température* de la solution de la colle ont eu de l'influence ; quand elle est étendue et chaude, elle pénètre plus facilement et plus vite que quand elle est concentrée et froide.

Considérations sur l'anatomie et la physiologie des veines spermatiques et sur un mode de traitement du varicocèle, par M. Ch. Périer, aide d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris. Thèse, Paris, 1864, in-4, 36 pages avec une planche lithographiée.

Extrait par M. Ch. ROBIN.

Les veines spermatiques sont très-incomplétement décrites dans la plupart des auteurs, qui se contentent presque tous d'indiquer leurs différences de terminaison dans la veine cave ou dans la veine rénale. Quant aux anastomoses, on dit généralement qu'elles se font avec toutes les veines environnantes. L'auteur a pensé, à juste titre, qu'il était important, en raison des altérations dont ces veines sont souvent le siége et des opérations que l'on pratique quelquefois sur elles, d'insister un peu plus sur certains détails de leur histoire anatomique, et d'attirer l'attention sur un faisceau veineux assez volumineux, qui n'est convenablement décrit nulle part, non plus que figuré dans aucun atlas d'anatomie.

L'origine des veines du testicule est assez simple : toutes semblent par leurs plus fines ramifications naître dans le centre des lobes de la glande, et se rendre en divergeant vers les cloisonnements fibreux qui séparent les divers lobes. Dans cette première partie de leur trajet, ces veinules rampent dans le tissu lamineux délicat qui réunit entre elles les nombreuses flexuosités des canalicules spermatiques. Dans les cloisons, les veines semblent suivre deux directions différentes, les unes se portant directement vers le corps d'Higmore, les autres vers l'albuginée. Ces dernières, arrivées au niveau de cette membrane, occupent son épaisseur et constituent de véritables sinus, qui se rendent vers le bord supérieur du testicule où ils rencontrent les veines du corps d'Higmore avec lesquelles ils se confondent en grande partie. Arrivées ainsi vers la partie supérieure du testicule, ces veines traversent la tunique albuginée à la partie moyenne du bord supérieur, en dedans de l'épididyme, et convergent la plupart vers un gros faisceau veineux, qui se porte directement en haut pour faire partie du cordon. Les veines du testicule, qui n'ont pas contribué à la formation de ce faisceau, traversent l'albuginée au

niveau de la tête et de la queue de l'épididyme pour se mêler aux veines épididymaires. Celles-ci se rendent toutes vers le bord supérieur de cet organe, et se jettent dans deux ou trois troncs assez volumineux, lesquels forment des circonvolutions rappelant assez exactement les circonvolutions du conduit de l'épididyme. Ces veines, ainsi contournées, représentent la partie moyenne d'une anse très-remarquable à tous les points de vue, et dont les extrémités se relèvent : l'antérieure, au niveau de la tête de l'épididyme pour se porter en haut à la rencontre des veines testiculaires proprement dites, se confondre avec elles d'une manière intime et se terminer ensemble vers la partie supérieure de l'abdomen ; la postérieure, au niveau du point où le canal déférent semble prendre naissance, pour constituer un paquet très-distinct placé immédiatement derrière le conduit vecteur du sperme, qu'il suit jusqu'à l'anneau inguinal interne, et où nous le verrons se jeter dans la veine épigastrique. Lorsque tous les vaisseaux spermatiques sont complétement injectés et distendus, ils forment un faisceau tel, qu'en incisant la tunique fibreuse on ne voit que des veines laissant par places, à travers leurs mailles, entrevoir la couleur de l'injection artérielle ; quant au canal déférent, il est enfoui au milieu du faisceau vasculaire. Pour l'isoler, il faut dissocier les éléments du cordon. Sans rompre aucun vaisseau, on peut le séparer en trois cordons secondaires très-distincts : un antérieur représentant près de la moitié du cordon total, un moyen représenté par le canal déférent, et le troisième représenté par ce faisceau de veines qui, se jetant dans les veines épigastriques, mérite le nom de *faisceau des veines funiculaires*.

Le faisceau antérieur est constitué par les vaisseaux que tous les auteurs décrivent sous le nom de *vaisseaux spermatiques ;* il est considéré comme ramenant seul le sang du testicule, tous les autres vaisseaux étant, dit-on, uniquement destinés aux enveloppes.

Ce faisceau de veines enveloppe complétement l'artère spermatique. Il monte verticalement vers l'anneau inguinal et s'infléchit pour pénétrer dans le canal. En ce point ses rapports avec le conduit déférent se modifient. Dans le scrotum ce conduit était situé derrière les veines ; dans le canal inguinal il se trouve placé au-dessous. Puis toute connexion cesse entre les veines et le conduit à leur sortie du canal inguinal, c'est-à-dire à leur entrée dans l'abdomen : le faisceau veineux se porte le long du psoas, celui du côté droit vers la veine cave inférieure, celui du côté gauche vers la veine rénale en passant au-dessous de l'S iliaque du côlon. Dans leur portion abdominale les veines spermatiques sont moins nombreuses et moins anastomosées entre elles que dans leur portion inguinale ou leur portion scrotale.

On sait, du reste, que leur terminaison est sujette à des variétés assez nombreuses. Il n'est pas très-rare, en effet, de voir les veines spermatiques de l'un ou de l'autre côté se jeter à la fois dans les veines lombaires, dans la veine cave ascendante et dans la veine rénale. Et si cette disposition n'existe pas d'une manière constante, on peut affirmer que les terminaisons, considérées comme s'écartant de l'état normal, sont toujours représentées par des

veinules insignifiantes auxquelles il ne manque seulement qu'un accroissement de diamètre suffisant.

Le faisceau des veines funiculaires est plus simple et offre un trajet moins étendu que celui des veines spermatiques dont nous venons de nous occuper.

Ces veines viennent de la queue de l'épididyme, et montent en arrière du conduit déférent vers le canal inguinal, parallèlement aux autres éléments du cordon. A l'intérieur du canal, elles se placent au-dessous du conduit, et s'appliquent à la face supérieure de l'arcade fémorale. Au niveau de l'anneau inguinal interne, au point où le cordon, avant de se dissocier, croise les vaisseaux épigastriques, ces veines s'incurvent comme le conduit déférent, et forment une sorte de crosse pour se joindre à angle aigu avec les veines épigastriques, dans le sens du même courant sanguin. Ces veines ne viennent pas des membranes du testicule. D'ailleurs, les veines de l'enveloppe fibreuse et du crémaster forment des réseaux assez fins qui communiquent en certains endroits avec les veines des enveloppes extérieures, mais qui se terminent dans les veines spermatiques aussi bien que dans les funiculaires, et par des veinules excessivement déliées, *dans toute la hauteur de la portion scrotale* du cordon.

Les veines funiculaires sont au nombre de deux ou trois entourant l'artère funiculaire, leur calibre est assez considérable pour que, comparé au calibre réuni des trois artères du cordon, on puisse sans aucun doute y voir les proportions relatives que l'on constate entre les artères des membres et leurs veines satellites. C'est-à-dire que, si peut-être quelque autre fonction n'était dévolue aux veines du testicule, ces branches funiculaires suffiraient à elles seules pour assurer la complète circulation de l'organe.

Dans le canal inguinal, les deux ou trois veines se réunissent ordinairement en un seul tronc, lequel se divise pour enlacer l'artère épigastrique, avant de se terminer dans les veines correspondantes, très-près de leur embouchure dans la veine crurale.

Nous avons vu jusqu'à présent deux sortes de veines correspondant à deux artères différentes. Mais il est une troisième artère, l'artère différentielle, qui naît des artères vésicales. Elle n'a pas un faisceau veineux correspondant; il n'y a, en fait de veines déférentielles, que des vaisseaux de tout point comparables aux *vasa vasorum*, et communiquant avec les gros troncs veineux voisins par des ramuscules aussi déliés que ceux qui, par exemple, se portent des parois d'une artère à la veine correspondante.

Ainsi donc, deux faisceaux seulement, spermatique et funiculaire, enlaçant le canal déférent, et enveloppés ensemble par la tunique fibreuse commune.

Pour bien saisir la disposition des anastomoses, il est indispensable de passer rapidement en revue les autres veines qui se ramifient dans les bourses.

Le fond du scrotum est occupé par un réseau veineux assez délicat, étendu

de la peau à la tunique fibreuse, et ce réseau comme étoilé est le point de départ d'un assez grand nombre de veines divergentes. Les unes se portent en arrière vers le périnée et sont l'origine des périnéales superficielles; d'autres en haut et en dehors, ce sont les veines honteuses externes qui se terminent soit dans la sous-cutanée abdominale, soit directement dans la veine saphène interne. Une partie de ces veines postérieures se rend dans les obturatrices.

Enfin, les veines de la partie antérieure, du scrotum et de la cloison, montent verticalement à la rencontre de la racine de la verge qu'elles contournent pour se jeter dans les veines propres de cet organe.

Toutes ces veines s'anastomosent largement entre elles, les honteuses avec les périnéales en arrière et les péniennes en avant ; de plus, on voit presque constamment une branche pénienne se bifurquer en arrivant sur les côtés de la verge : la branche interne de bifurcation continue le trajet de la veine, la branche externe se porte vers l'anneau inguinal externe et se jette dans les veines spermatiques. Les deux rameaux anastomotiques sont unis d'un côté à l'autre par une branche transversale passant au devant de la symphyse pubienne. — Il existe une anastomose considérable d'un côté à l'autre en arrière. C'est une veine volumineuse qui unit transversalement l'embouchure commune à l'épigastrique et aux veines funiculaires d'un côté, au même point du côté opposé, en passant au-dessus des pubis derrière le tendon des muscles grands droits.

Ce point sert encore d'abouchement à une anastomose avec les veines obturatrices. Telles sont les larges communications que les veines du testicule et de l'épididyme ont avec les veines des enveloppes, du périnée, du pubis, du bassin et de la cuisse. Mais il est d'autres anastomoses très-déliées qui complètent ces relations. Ainsi, au niveau du point où cesse la tunique vaginale, le réseau veineux du fond des bourses émet un grand nombre de fibres veinules qui traversent la tunique fibreuse et vont se jeter dans les veines épididymaires.

Dans leur portion abdominale, les veines spermatiques reçoivent un grand nombre de petites veines environnantes, provenant du tissu cellulaire sous-péritonéal et communiquant avec les veines circonflexes lombaires, et même avec les veines coliques.

On peut constater le défaut de communication aisée entre les vaisseaux spermatiques des deux côtés, ce qui tient à ce que les branches anatomiques transversales sont pourvues de valvules et servent à amener le sang des parties intermédiaires indifféremment à l'un et à l'autre cordon, plutôt qu'à rendre les veines des deux cordons solidaires.

Lorsque l'injection veineuse a complétement réussi, on peut voir très-nettement que le faisceau spermatique et le funiculaire communiquant largement entre eux, au niveau du bord supérieur du testicule, sont complétement distincts l'un de l'autre, dans tout le reste de leur trajet; il n'y a plus alors d'anastomoses qu'entre leurs veines respectives ; et celles-ci forment

es mailles allongées, en s'accolant les unes aux autres et se fusionnant par places dans une certaine longueur, de telle sorte que, comme l'a bien décrit Breschet, les orifices qui font communiquer deux veines voisines ont la forme d'ellipses quelquefois très-allongées. Ces nombreuses mailles ne s'observent que sur les spermatiques proprement dites, et constituent le plexus pampiniforme. — Les veines funiculaires sont moins anastomosées entre elles et plus régulièrement calibrées. Cependant, dans certains cas de varicocèle, elles sont infléchies et forment des replis configurés en S. Assez souvent on trouve une grosse veine bien cylindrique et régulière, autour de laquelle rampent, en formant des spires inégales, de petites veines anastomosées çà et là s'abouchant de distance en distance avec la veine principale. Les veines funiculaires, de même que les spermatiques, tendent à se simplifier près de leur terminaison.

Sur presque tous les sujets on trouve des valvules sur le trajet du cordon, mais plus particulièrement dans sa portion inguinale et vers le haut de sa portion scrotale ; ces valvules sont doubles, à en juger par la forme du renflement, qui est limité à sa partie inférieure par deux sillons demi-circulaires inclinés sur l'axe du vaisseau, et dont les extrémités correspondantes forment entre elles, en s'unissant, un angle à sinus tourné vers la périphérie. Ces valvules sont ordinairement peu nombreuses et n'opposent pas d'obstacle à l'injection. Elles manquent parfois chez les sujets très-débiles.

Les valvules des veines spermatiques sont, quant à leur développement, en rapport avec la force musculaire du sujet et peut-être plus directement avec la force des muscles abdominaux et du crémaster.

La structure des veines spermatiques n'offre rien de spécial, on sait seulement qu'elle se modifie dans le varicocèle, les veines présentant alors un épaississement notable de leurs parois, au point qu'après leur section elles restent béantes comme les artères. C'est du reste l'altération que l'on rencontre dans les veines variqueuses des membres.

A partir de l'époque où les testicules sont descendus dans les bourses, on observe les dispositions signalées, et dès cet âge les veines, quoique moins volumineuses relativement, sont déjà extrêmement développées, si on les compare au calibre presque capillaire des vaisseaux artériels.

Sur quelques points de l'organisation des échinorhynques, par M. Ch. Lespès. (Extrait de la *Revue des Sociétés savantes;* sciences mathématiques, physiques et naturelles, Paris, 1864, in-8, p. 370.)

On ne sait encore rien de précis, dit l'auteur, sur les diverses phases par lesquelles passent les échinorhynques avant d'arriver à l'âge adulte, et cette lacune a d'autant plus le droit de surprendre que l'helminthologie a fait depuis quelques années des progrès plus rapides qu'aucune autre branche de la zoologie. L'organisation de ces helminthes est aussi moins bien connue que celle des autres groupes, ce qu'on peut attribuer autant à leur rareté qu'à la rapidité avec laquelle ils meurent et changent d'aspect dans l'eau.

M. Lespès a suivi une espèce de ce genre, l'*Ech. clavœceps*, depuis près de trois ans ; elle est commune dans les leucisques de la petite rivière qui passe à Dijon (l'Ouche) ; il a pu en faire l'anatomie presque complète. Son intention était de ne publier ce travail que quand il aurait été terminé et après avoir suivi le développement complet de ce petit helminthe ; mais il est peu probable qu'à Marseille, où il habite maintenant, il puisse se procurer la même espèce en nombre suffisant, et il se décide à signaler les résultats principaux de ses recherches, qui portent sur l'organisation de la trompe, celle de l'appareil femelle et sur l'éclosion des œufs.

Trompe. — La masse entière de la trompe est ovalaire, longue de $0^{mm},3$, large de $0^{mm},1$, à l'état d'extension où on la trouve dans les animaux vivants, implantée dans la muqueuse de l'intestin des leucisques (*L. nasus*, *alburnus*, *phoxinus*). Elle se compose : 1° d'une partie extérieure, la trompe proprement dite, formant à peu près le tiers de sa masse et portant dix-huit crochets placés en alternance régulière sur trois rangs ; 2° de la gaîne de la trompe, dans laquelle on distingue trois couches musculaires bien nettes et qui renferme un corps évidemment double, que M. de Siebold a considéré, très-justement, croit l'auteur, comme le centre nerveux. C'est sur cette gaîne que s'attachent les quatre muscles moteurs, et c'est de sa partie inférieure que sort le ligament suspenseur.

Dans la trompe proprement dite, et dépassant à peine par le bas la rangée inférieure de crochets, on voit un corps pyriforme, souvent un peu jaunâtre, que plusieurs anatomistes ont considéré comme le reste d'un appareil digestif qui aurait avorté dans la dernière phase du développement. C'est, d'après ses recherches, un appareil digestif complet ; il s'ouvre à l'extrémité de la trompe par un pore très-petit percé au sommet d'une papille terminale extrêmement mobile tant que l'helminthe est vivant. M. Lespès a vu un ver rejeter par cette ouverture une notable quantité du contenu de la poche, et il ne reste, suivant lui, aucun doute.

La cavité digestive est tapissée de grosses cellules peu nombreuses, for-

mant un épithélium à une seule couche ; ces cellules n'ont pas de noyau visible. La poche renferme ordinairement une masse pulpeuse, pleine de petites granulations, en tout semblable au contenu muqueux de l'intestin du poisson.

Le fond de cette poche est adhérent à un organe glanduleux variable de volume, sans cavité propre, et formé de cellules très-différentes de celles de l'épithélium intestinal : leurs dimensions sont quatre ou cinq fois moindres et elles ont un très-gros noyau transparent.

Il a semblé à l'auteur que les plus petits individus sont ceux dans lesquels l'appareil digestif est le plus visible et le plus facile à isoler par la dissection.

Appareil génital femelle. — On sait depuis longtemps combien l'organisation de cet appareil est singulière : les ovaires sont des masses cellulaires libres et flottant dans la cavité du corps que les œufs parvenus à un certain point de leur évolution quittent pour nager, eux aussi, dans la cavité viscérale et y terminer leur développement. Un ligament plus ou moins résistant sort de la gaîne de la trompe, se termine dans une sorte de pavillon qui est l'origine des organes de la ponte. Cet entonnoir, dont les mouvements sont très-énergiques, saisit les œufs flottant dans la cavité viscérale, leur fait subir une sorte de tirage, et pousse dans un tube excréteur ceux qui sont mûrs. L'origine des ovaires flottants a donné lieu à deux opinions différentes : Dujardin pensait qu'ils prennent naissance à la face interne de l'enveloppe du corps ; M. de Siebold croit qu'ils se développent dans le ligament suspenseur, au point correspondant à celui où l'on trouve les testicules des mâles. L'*Ech. clavæceps* n'a fourni à l'auteur aucun fait réellement probant, quoiqu'il en ait examiné au moins un millier. Mais un autre échinorhynque des leucisques, l'*Ech. proteus*, lui a démontré la parfaite exactitude de l'opinion de M. de Siebold et des recherches récentes de M. Pagenstecher, au moins quant à ce fait, que c'est bien dans le ligament suspenseur que les masses ovariques prennent naissance ; car M. Lespès ne saurait admettre l'opinion de M. Pagenstecher sur le développement de l'entonnoir et des organes qui lui font suite.

Au pavillon commence un tube musculeux qui s'ouvre à l'extrémité postérieure du corps. Il offre deux groupes d'organes glanduleux, un supérieur, au-dessous du pavillon, et un second, près de l'ouverture inférieure ; ce dernier est ordinairement coloré en jaune clair, et paraît jouer un rôle important. C'est lui qui sécrète le cocon des œufs.

Les œufs de l'*Ech. clavæceps*, en effet, ne sont pas pondus isolément ; ils sont réunis au nombre de cent cinquante ou deux cents en une masse sphérique que l'auteur a trouvée suspendue à l'extrémité inférieure du corps. Cette sorte de cocon est facile à distinguer à sa couleur d'un beau jaune ; il a environ $0^{mm},3$ de diamètre. Les cocons deviennent évidemment libres dans l'intestin du poisson et sont plus tard rejetés dans l'eau ; ils ne tardent pas à s'y détruire et les œufs deviennent libres.

Œufs.—M. Lespès a étudié avec soin ceux de l'*Ech. clavæceps* et de l'*Ech. gigas* du porc ; dans les uns et les autres, l'embryon est immobile, mais parfaitement développé au moment de la ponte. Ces embryons d'échinorhynques ont été étudiés par M. de Siebold et plus récemment par M. Guido Wagner. L'auteur ne dira rien de celui de l'*Ech. gigas*, dont le corps est couvert d'épines extrêmement petites et dont la tête est armée de quatre grands crochets analogues à ceux des larves de cestoïdes, disposés par paire des deux côtés d'une sorte d'ouverture médiane non terminale, et en outre de trois couronnes de crochets plus petits. L'embryon de l'*Ech. clavæceps* est remarquable par l'absence complète de tout crochet ou épine, non-seulement sur le corps, mais encore à la tête. On peut apercevoir par transparence dans son corps une cavité ouverte par une bouche un peu latérale, et formée par une enveloppe bien distincte, en arrière et séparée d'une manière bien plus distincte que dans les beaux dessins de M. Guido Wagner, une masse cellulaire dont les cellules sont très-petites et sans noyau, enfin quelques cellules à noyau bien net, distribuées irrégulièrement dans le corps.

Les embryons sont toujours immobiles dans l'œuf, et l'on peut les conserver ainsi vivants pendant plus d'un an, car l'auteur a réussi à en faire éclore après ce temps. Par une compression convenable, on peut casser la coquille solide de l'œuf de l'*Ech. gigas;* l'embryon en sort enveloppé par la seconde membrane et toujours immobile. Les dimensions par trop exiguës de l'œuf de l'*Ech. clavæceps* ne permettent pas la même observation.

M. Lespès a cherché longtemps et un peu au hasard à obtenir l'éclosion de ces embryons, et il a enfin réussi dans le courant de l'été dernier, d'abord pour l'*Ech. gigas*, puis pour le *clavæceps*.

En introduisant des œufs d'*Ech. gigas* dans de la pâte de farine on peut les faire manger à des mollusques, et c'est avec les *Helix pomatia* et *hortensis*, le *Limax maximus* et l'*Arion rufus* que l'auteur a expérimenté. La digestion de ces animaux est malheureusement trop rapide ; ils rejettent la plus grande partie de leurs excréments peu d'heures après avoir mangé, et alors les œufs de l'*Ech. gigas* sont entiers et non éclos ; mais il en reste toujours quelques-uns dans l'intestin, et ceux-ci éclosent. L'embryon rompt d'abord la membrane interne, puis la coquille, et ainsi devient libre dans l'intestin du mollusque. Il a alors changé de forme d'une manière telle, qu'avant de l'avoir suivi dans son éclosion, l'auteur a hésité à le reconnaître : la fente buccale est devenue terminale ; les deux paires de grands crochets, d'abord couchés, sont relevés et divergents ; le corps entier s'est allongé et a pris la forme d'une massue. Arrivé à ce moment de son existence, l'embryon exécute des mouvements rapides et très-étendus. Il avance la tête avec les crochets dirigés en avant, puis les rend divergents et s'appuie sur eux pour retirer la partie postérieure du corps. Il est évident, tant par ses mouvements que par sa grande ressemblance avec un embryon de cestoïde, qu'il est destiné à cheminer à travers des tissus. M. Lespès n'a pourtant réussi qu'une fois à en trouver un dans le foie d'une hélice, et il n'a pu encore les suivre plus loin.

Il a réussi à faire éclore ainsi, en juillet 1863, des œufs qu'il conservait dans l'eau depuis le mois de juillet 1862. Quand on casse un de ces œufs, on en fait sortir, ainsi qu'il a été dit, l'embryon enveloppé de la membrane interne ; l'eau est alors sans action sur lui, mais elle agit sur les larves écloses dans les mollusques comme sur les échinorhynques adultes ; elle les tue sur-le-champ, et ces larves changent rapidement de forme : nouvelle preuve qu'elles sont parasites. Pour voir des larves bien vivantes, il faut délayer dans de l'eau sucrée convenablement le contenu de l'intestin des mollusques, ou mieux encore les fientes qu'ils rejettent un ou deux jours après avoir mangé les œufs.

C'est dans les limnées que l'auteur a réussi à faire naître les embryons de l'*Ech. clavæceps ;* mais, bien qu'il les ait vus aux divers moments de leur éclosion, il ne lui a pas été donné de distinguer leurs mouvements.

Ses expériences s'arrêtent ici ; il n'a pas réussi à voir ce que deviennent ces jeunes larves. Il pense même que ce n'est pas dans les mollusques qu'elles se développent et que leur éclosion dans ces animaux est tout artificielle, car il lui a été impossible de les retrouver dans les mollusques après quelques jours, et toutes, croit-il, ont été rejetées par les excréments. Ce n'est donc qu'une première phase de leur développement qu'il lui a été possible de constater.

FIN DU TOME PREMIER.

TABLE DES MATIÈRES

ANATOMIE NORMALE.

Mémoire sur les divers modes de la naissance de la substance organisée en général et des éléments anatomiques en particulier, par Ch. Robin. 26, 153, 337

Notes sur les éléments anatomiques appelés myéloplaxes, par Ch. Robin.... 88

Recherches sur le développement de la moelle épinière chez l'homme, les mammifères et les oiseaux, par Clarke (extrait et traduit par le docteur Zambaco)........ 199

Mémoire sur le développement des vertèbres atlas et axis, par Ch. Robin (pl. VII, VIII, IX et X)........ 274

Recherches sur la structure de la muqueuse du col utérin à l'état normal, par Cornil (pl. XIII)........ 386

Sur le rapport de la capacité de chaque oreillette avec celle du ventricule correspondant, par Hiffelsheim et Ch. Robin........ 413

Notes historiques sur la capacité absolue et relative des cavités du cœur, par Ch. Robin........ 420

Sur les conditions de l'ostéogénie avec ou sans cartilage préexistant (première partie), par Ch. Robin (pl. XV)........ 514, 577

Comparaison morphologique des vertèbres, du bassin et du sternum chez les oiseaux, par M. L. A. Segond........ 602

Observations microscopiques sur la couche musculaire sous-muqueuse de l'intestin des mammifères, par L. Fasce........ 623

Sur le rapport des vaisseaux de la rate, par Basler. Analyse par M. Robinowicz... 662

Considérations sur l'anatomie et la physiologie des veines spermatiques, et sur un mode de traitement du varicocèle, par Périer. Analyse par M. Ch. Robin... 670

Sur quelques points de l'organisation des Échinorhynques, par M. Lespès.... 683

ANATOMIE PATHOLOGIQUE.

Sur la production des tumeurs épithéliales dans les nerfs, par Cornil........ 183

Mémoire sur les tumeurs épithéliales du col de l'utérus (première partie), par Cornil (pl. XIV et XV)........ 472, 626

PHYSIOLOGIE NORMALE.

Considérations sur la philosophie naturelle, et applications à la médecine d'une méthode employée à rechercher la cause des différences que présentent les eaux naturelles dont on fait usage en teinture, par Chevreul........ 1

Recherches expérimentales sur les fonctions de l'encéphale des poissons, par le docteur Baudelot........ 199

Action physiologique de l'aconitine sur l'homme, comparaison de ses propriétés avec celles de l'aconit, par Ernest Hottot... 113

Note sur l'action physiologique et thérapeutique de la fève du Calabar, par Harley. Traduit de l'anglais sur le manuscrit original, par M. P. Masson.. 140

Des mouvements du globe oculaire, analyse des principaux travaux qui s'y rapportent, par Meyer.................................... 213

Mémoire sur la structure du cervelet et des appareils de l'innervation cérébelleuse (pl. XI) 225

Cours de philosophie positive, par Aug. Comte, 2e édit., augmentée d'une préface de M. Littré. Analyse de M. Ch. Robin...................... 308

L'ancienneté de l'homme prouvée par la géologie, par Ch. Lyell. Analyse de M. Ch. Robin.. 331

De la distribution des nerfs pneumogastriques dans les poumons des ophidiens, par H. Jacquart.. 371

Expérience sur l'action physiologique des sels de potassium, de sodium et de rubidium, injectés dans les veines, par L. Grandeau........ 378

Recherches sur la respiration par le docteur Max Pettenkofer. Analyse de M. L. Grandeau.. 429

Les théories et les mouvements du cœur devant les Académies des sciences et de médecine. Analyse par M. Ch. Robin.......................... 436

Mémoire sur les phénomènes d'innervation cérébelleuse, par Luys.......... 449

Du rôle des actions réflexes paralysantes dans le phénomène des sécrétions, par Claude Bernard.................................... 507

Recherches physiques sur la respiration de l'homme, par Gréhant (pl. XVI).. 523

Fonction de la veine porte, par le docteur Oré (de Bordeaux). Extrait et analyse de M. Ch. Robin 556

Recherches expérimentales sur une nouvelle fonction excrémentitielle du foie, par le docteur Flint (de New-York). Analyse par le docteur Zambaco..... 565

Nouvelles recherches expérimentales sur l'absorption cutanée, par le docteur Willemin (de Strasbourg). Extrait et analyse par M. Ch. Robin........... 573

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE.

De la saillie de l'œil consécutive à une lésion nerveuse chez la grenouille, par Liégeois 62

Expériences et considérations sur la greffe animale, par Paul Bert......... 69

De l'inosurie, par Gallois. Analyse par M. Ch. Robin.................... 220

De la déviation latérale de la mâchoire supérieure et de ses conséquences chez les rongeurs, par Goubaux...................................... 266

Mémoire sur la chromhidrose ou chromocrinie cutanée, par le docteur Le Roy de Méricourt. Analyse de M. Ch. Robin................................ 299

Recherches expérimentales sur le principe toxique du redoul, par Joseph Riban. Analyse de M. Ch. Robin..................................... 326

Recherches expérimentales sur les causes de la coloration rouge des tissus enflammés, par Estor et Saint-Pierre............................. 403

De l'action du sucre et de quelques substances acides sur les dents, par le professeur Mantegazza de Pavie. Analyse par M. Magitot........ 559

TABLE DES AUTEURS

BASLER. Sur le rapport des vaisseaux de la rate. Analyse par M. Robinowicz. 662

BAUDELOT (E.). Recherches expérimentales sur les fonctions de l'encéphale des poissons 199

BERNARD (Claude). Du rôle des actions réflexes paralysantes dans le phénomène des réflexions 507

BERT (Paul). Expériences et considérations sur la greffe animale 69

CHEVREUL. Considérations sur la philosophie naturelle, et applications à la médecine d'une méthode employée à rechercher la cause des différences que présentent les eaux naturelles dont on fait usage en teinture 1

CLARKE. Recherches sur le développement de la moelle épinière chez l'homme, les mammifères et les oiseaux (extrait et traduit par le docteur Zambaco).. 199

COMTE (Auguste). Cours de philosophie positive, 2e édit., augmentée d'une préface par M. Littré. Analyse par M. Ch. Robin 308

CORNIL. Sur la production des tumeurs épithéliales dans les nerfs 183

— Recherches sur la structure de la muqueuse du col utérin à l'état normal (pl. XIII) 386

— Mémoire sur les tumeurs épithéliales du col de l'utérus (première partie) (pl. XIV et XV) 472

ESTOR ET SAINT-PIERRE. Recherches expérimentales sur les causes de la coloration rouge des tissus enflammés 403

FASCE. Observations microscopiques sur la couche musculeuse sous-muqueuse de l'intestin des mammifères 623

FLINT (de New-York). Recherches expérimentales sur une nouvelle fonction excrémentitielle du foie. Extrait et traduit par M. Zambaco 565

GALLOIS. De l'inosurie. Analyse par M. Ch. Robin 220

GOUBAUX. De la déviation latérale de la mâchoire supérieure et de ses conséquences chez les rongeurs 226

GRANDEAU (Louis). Expériences sur l'action physiologique des sels de potassium, de sodium et de rubidium injectés dans les veines 378

GRÉHANT. Recherches physiques sur la respiration de l'homme (pl. XVI).... 523

HARLEY. Note sur l'action physiologique et thérapeutique de la fève du Calabar, traduite de l'anglais sur le manuscrit original par M. P. Masson.. 140

HIFFELSHEIM et Ch. ROBIN. Sur le rapport de la capacité de chaque oreillette avec celle du ventricule correspondant.... 413

HOTTOT (Ernest). Action physiologique de l'aconitine sur l'homme, comparaison de ses propriétés avec celles de l'aconit.... 113

JACQUART (H.). De la distribution des nerfs pneumogastriques dans les poumons des ophidiens (pl. XII).... 371

LE ROY DE MÉRICOURT. Mémoire sur la chromidrose ou chromocrinie cutanée. Analyse par M. Ch. Robin.... 299

LESPÈS. Sur quelques points de l'organisation des Échinorhynques.... 683

LIÉGEOIS. De la saillie de l'œil consécutive à une lésion nerveuse chez la grenouille.... 62

LUYS. Mémoire sur la structure du cervelet et des appareils de l'innervation cérébelleuse (pl. XI).... 225

— Mémoire sur les phénomènes d'innervation cérébelleuse.... 449

LYELL (Ch.). L'ancienneté de l'homme prouvée par la géologie. Analyse par M. Ch. Robin.... 831

MANTEGAZZA. De l'action du sucre et de quelques substances acides sur les dents. Analyse par M. Magitot.... 559

MEYER. Des mouvements du globe oculaire, analyse des principaux travaux qui s'y rapportent.... 213

PÉRIER. Considérations sur l'anatomie et la physiologie des veines spermatiques, et sur un mode de traitement du varicocèle. Analyse par M. Ch. Robin.... 670

ORÉ (de Bordeaux). Fonction de la veine porte. Analyse par M. Ch. Robin... 550

PETTENKOFER (Max). Recherches sur la respiration. Analyse par M. L. Grandeau.... 429

RIBAN (Joseph). Recherches expérimentales sur le principe toxique du redoul. Analyse par M. Ch. Robin.... 326

ROBIN (Ch.). Mémoire sur les divers modes de la naissance de la substance organisée en général et des éléments anatomiques en particulier. 26, 153, 337

— Note sur les éléments anatomiques appelés myéloplaxes.... 88

— Mémoire sur le développement des vertèbres atlas et axis (pl. VII, VIII, IX et X).... 274

— Notes historiques sur la capacité absolue et relative des cavités du cœur.. 420

— Sur les conditions de l'ostéogénie avec ou sans cartilage préexistant (première partie) (pl. XV).... 514

— La théorie et les mouvements du cœur devant les Académies des sciences et de médecine.... 436

ROBIN et HIFFELSHEIM. Sur le rapport de la capacité de chaque oreillette avec celle du ventricule correspondant.................................... 413

SEGOND. Comparaison morphologique des vertèbres, du bassin et du sternum chez les oiseaux.. 642

SAINT-PIERRE. Voyez ESTOR.

WILLEMIN (de Strasbourg). Nouvelles recherches expérimentales sur l'absorption cutanée. Analyse par M. Ch. Robin................................... 573

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE I.... Myéloplaxes (Ch. Robin).

PLANCHE II.... Myéloplaxes (Ch. Robin).

PLANCHE III... Myéloplaxes (Ch. Robin).

PLANCHE IV ... Epithélioma des nerfs (Cornil).

PLANCHE V ... Développement de la moelle (Clarke).

PLANCHE VI... Développement de la moelle (Clarke).

PLANCHE VII .. Développement des vertèbres et de leurs disques (Ch. Robin).

PLANCHE VIII.. Développement des vertèbres et de leurs disques (Ch. Robin).

PLANCHE IX... Développement des vertèbres et de leurs disques (Ch. Robin).

PLANCHE X.... Développement des vertèbres et de leurs disques (Ch. Robin).

PLANCHE XI... Structure du cervelet et mode de distribution des fibres pédonculaires (Luys).

PLANCHE XII .. Distribution des nerfs pneumogastriques dans les poumons du boa constrictor vus par leur face inférieure (H. Jacquart).

PLANCHE XIII.. Structure de la muqueuse du col utérin à l'état normal (Cornil).

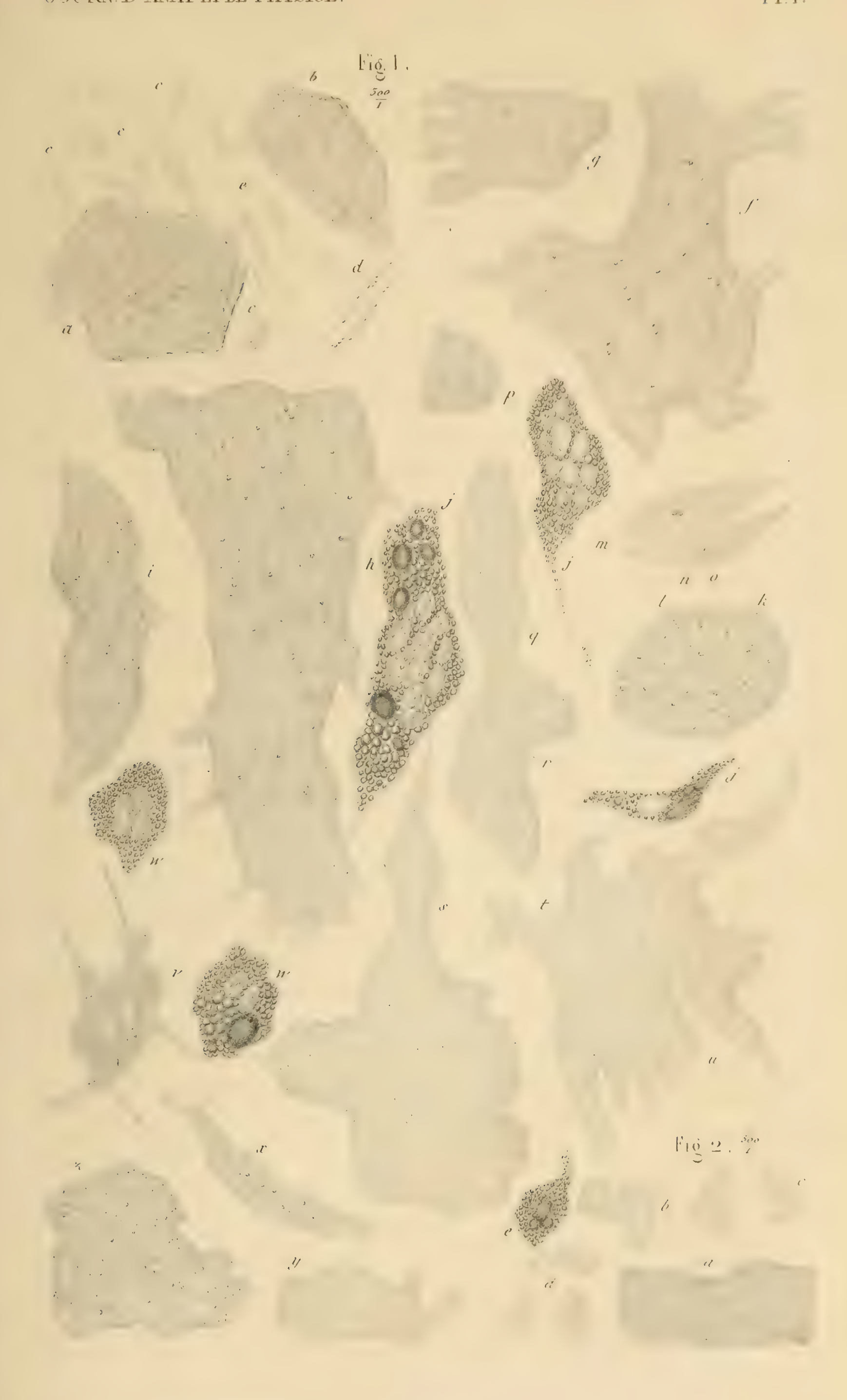
PLANCHE XIV.. Tumeurs épithéliales du col de l'utérus (Cornil).

PLANCHE XV... Tumeurs épithéliales du col de l'utérus. Ostéogénie avec ou sans cartilage préexistant (Cornil et Ch. Robin).

PLANCHE XVI.. Appareil pour recherches physiques sur la respiration de l'homme (Gréhant).

PLANCHE XVII.. Ostéogénie avec ou sans cartilage préexistant (Ch. Robin).

PLANCHE XVIII. Couche musculeuse sous-muqueuse de l'intestin des mammifères (L. Fasce).



Ch. Robin et P. Lackerbauer ad nat. del.t Imp. Ch. Chardon Oudet sc.

Myéloplaxes.

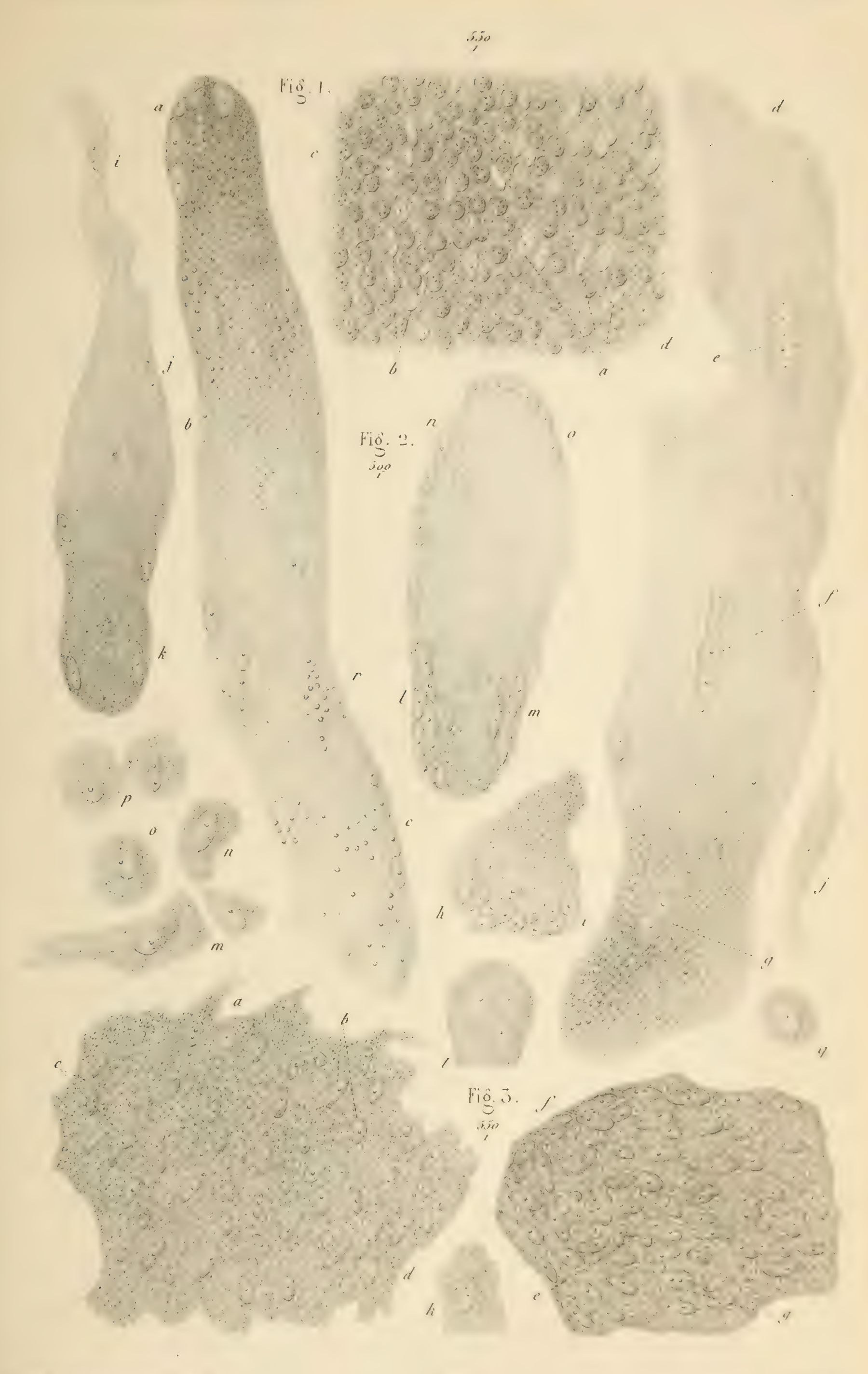
Germer Baillière, Libraire, à Paris.



Ch. Robin et P. Lackerbauer ad nat. del. Imp. Ch. Chardon. Jadot sc.

Myéloplaxes.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Ch. Robin et P. Lackerbauer ad nat. del. Imp. Ch. Chardon. Oudet sc.

Myéloplaxes.

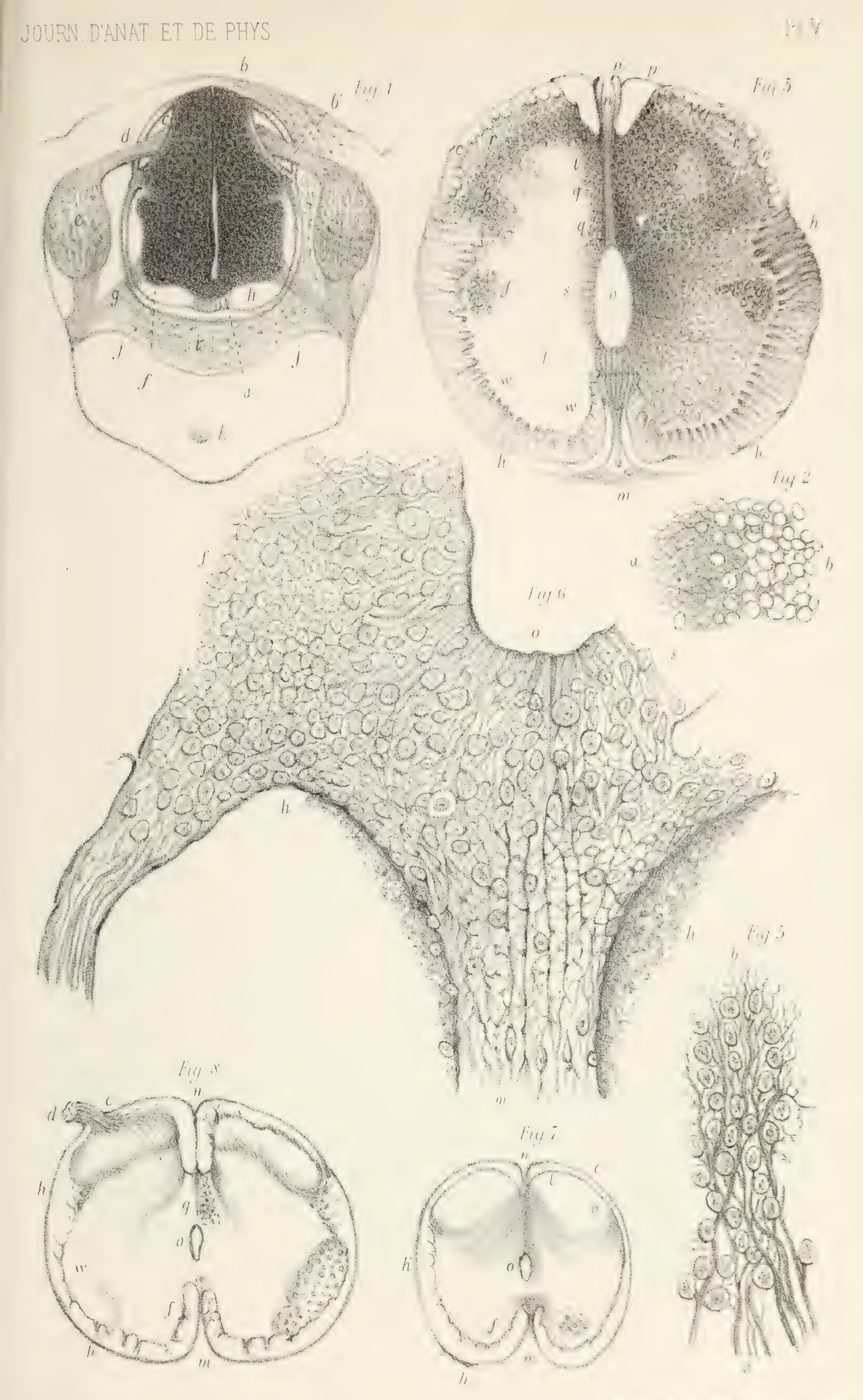
Germer Baillière, Libraire, à Paris.



Cornil del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Epithelioma des Nerfs.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Bion del.

Imp. Lemercier r. de Seine, Paris

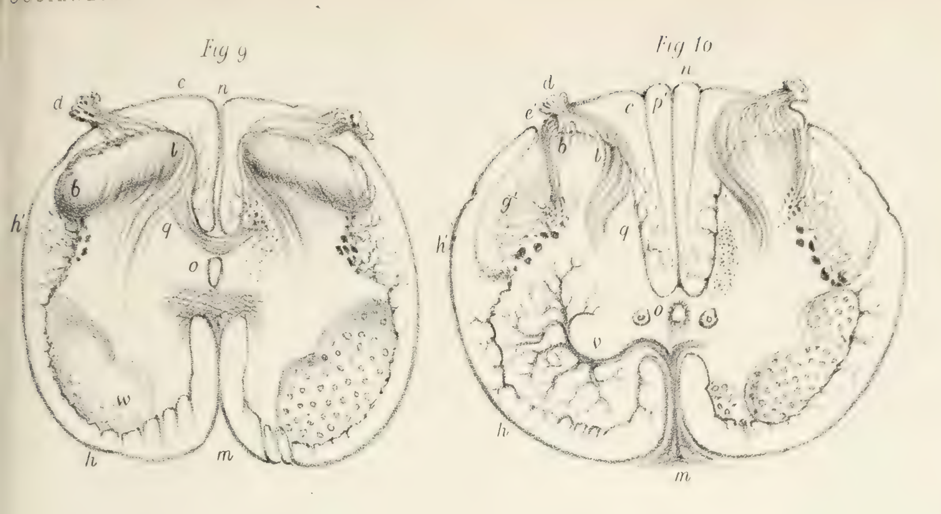


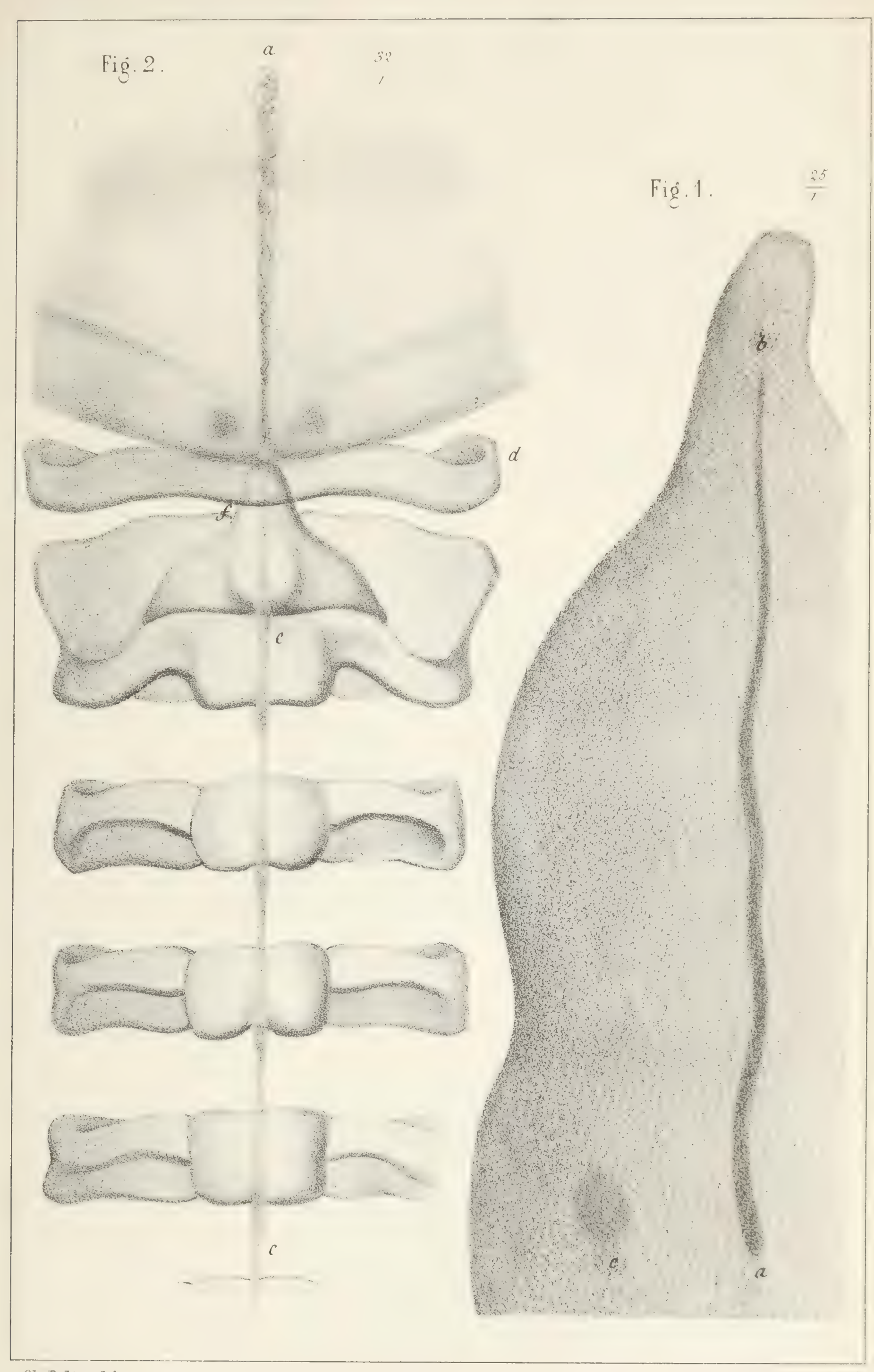
Fig. 4

Bion del.

Germer Baillière [illegible] à Paris

DÉVELOPPEMENT DE LA MOELLE (CLARKE)

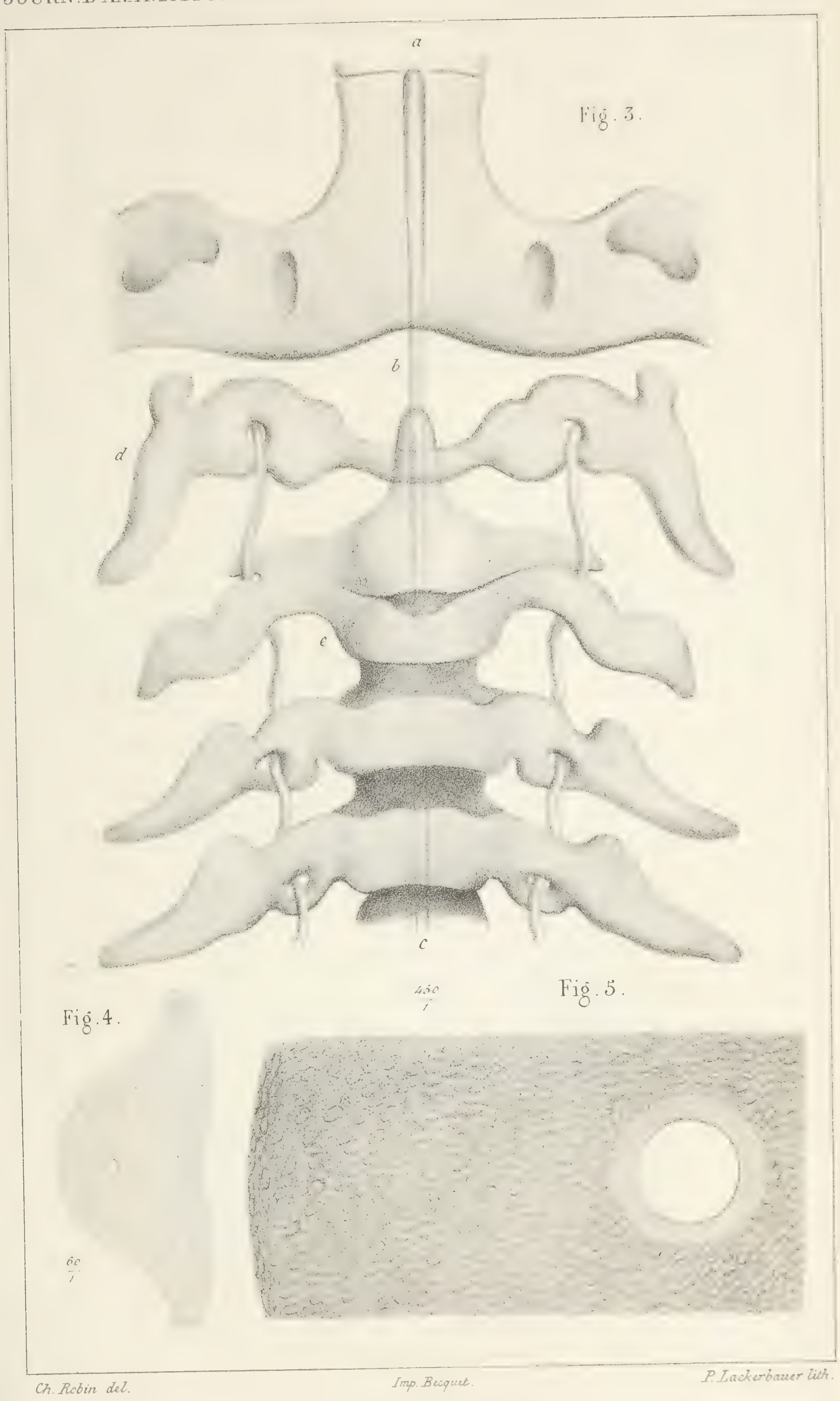
Imp. Lemercier, r. de Seine 57 Paris



Ch. Robin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Développement des Vertèbres et de leurs disques.

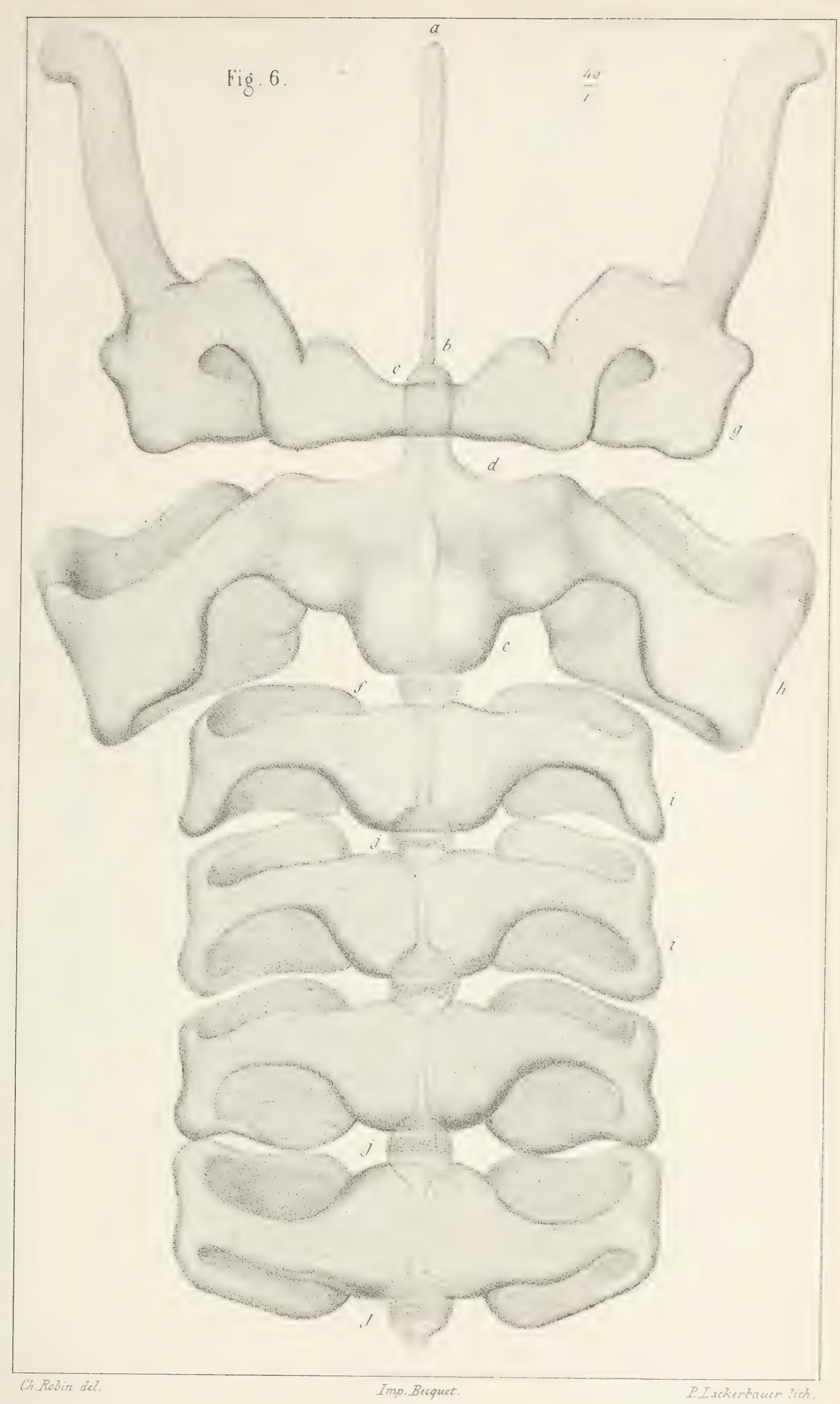
Germer Baillière Libraire à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Développement des Vertèbres.

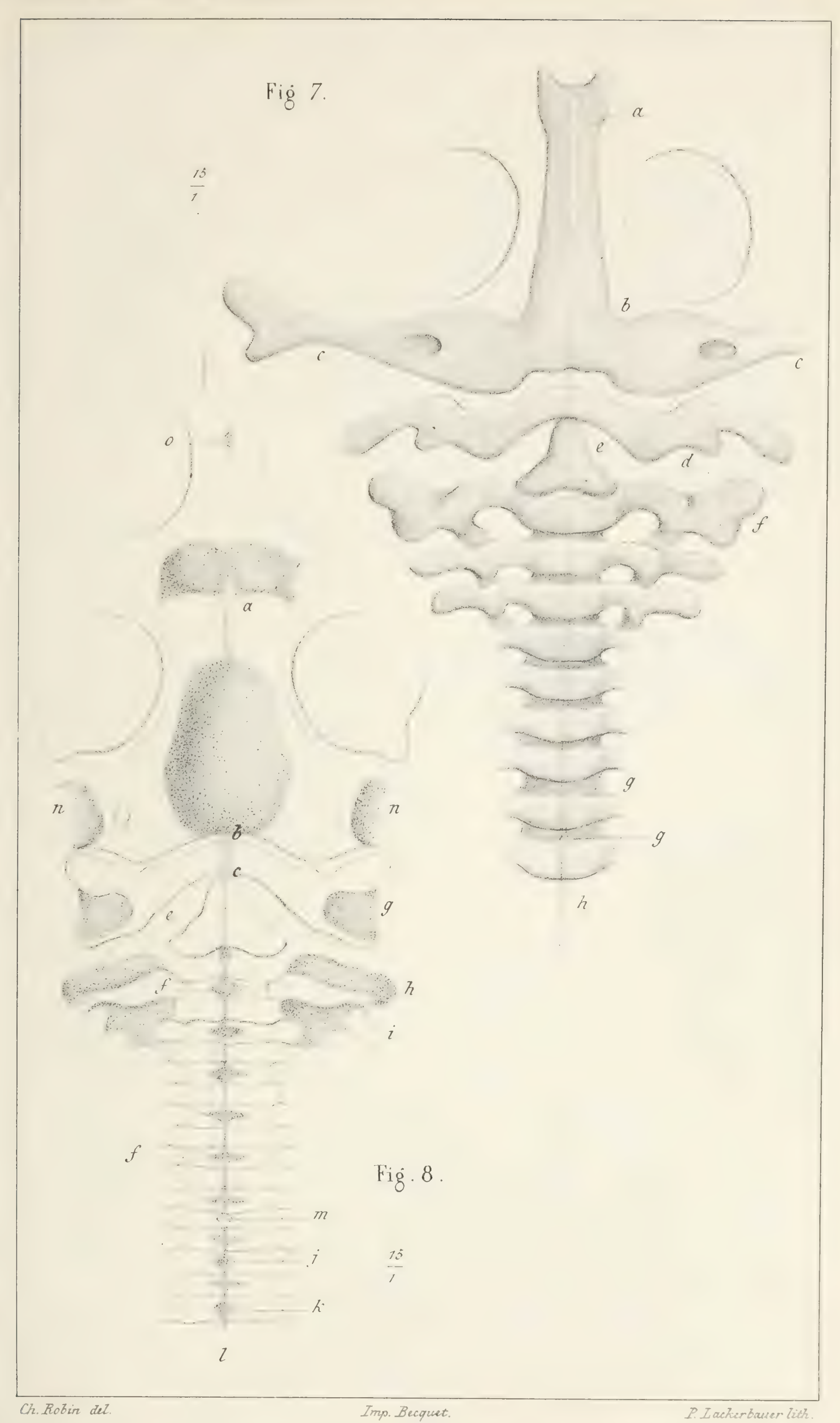
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Développement des Vertèbres et de leurs disques.

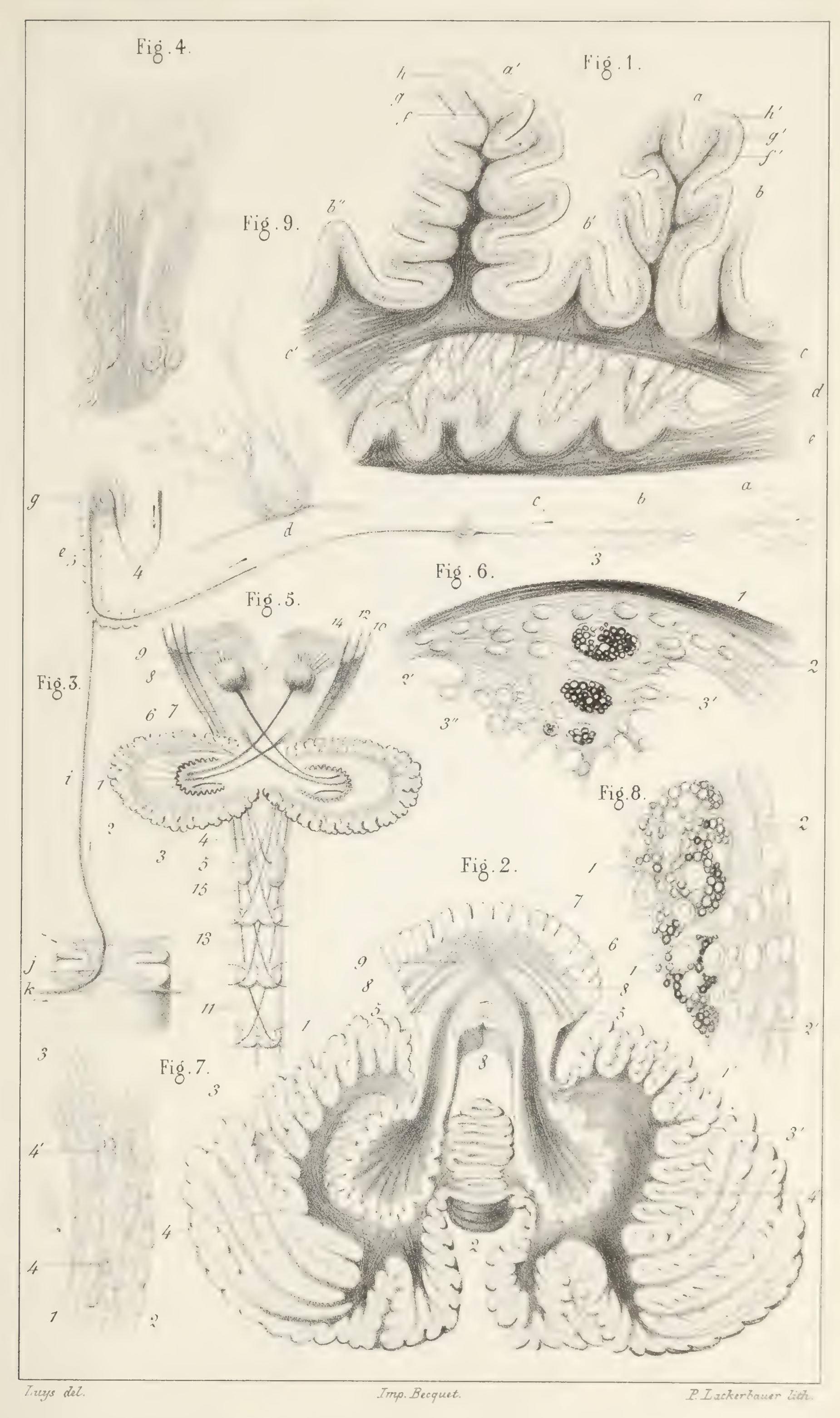
Germer Baillière Libraire à Paris.



Ch. Robin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

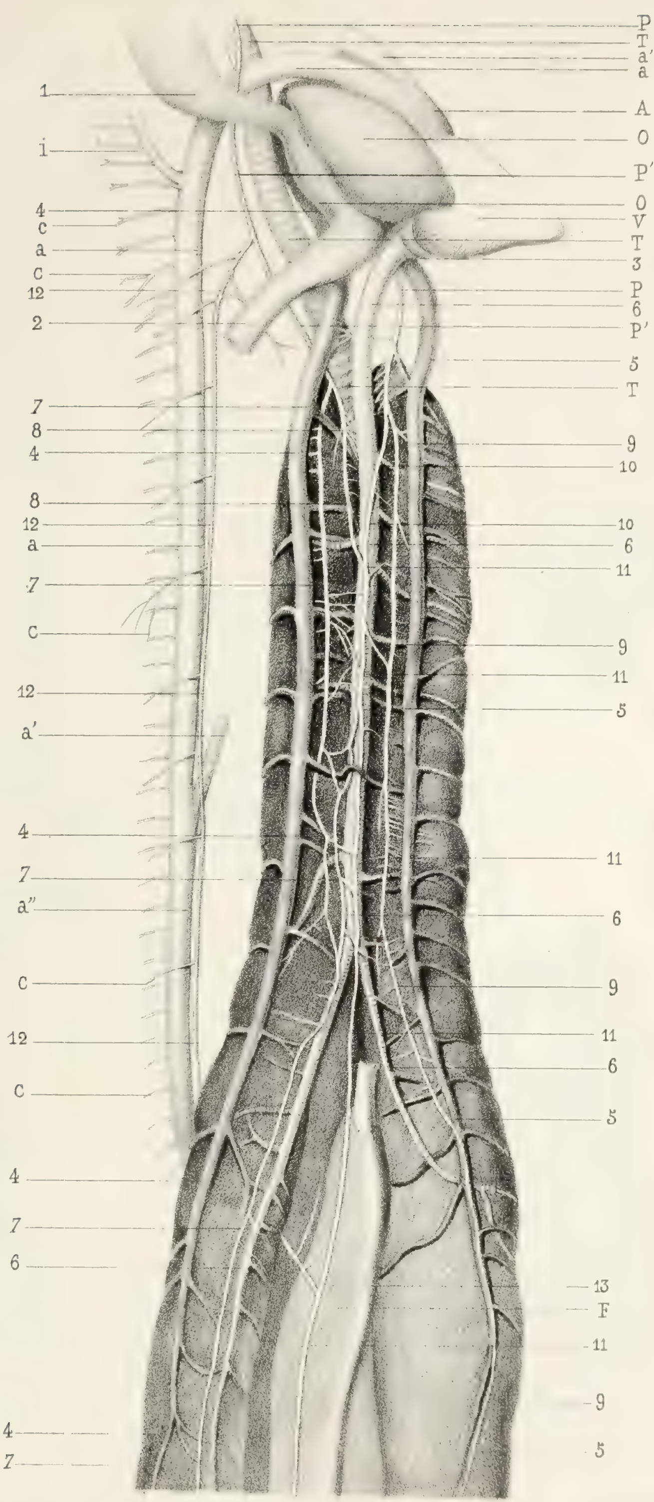
Développement des Vertèbres et de leurs disques.

Germer Baillière Libraire à Paris.



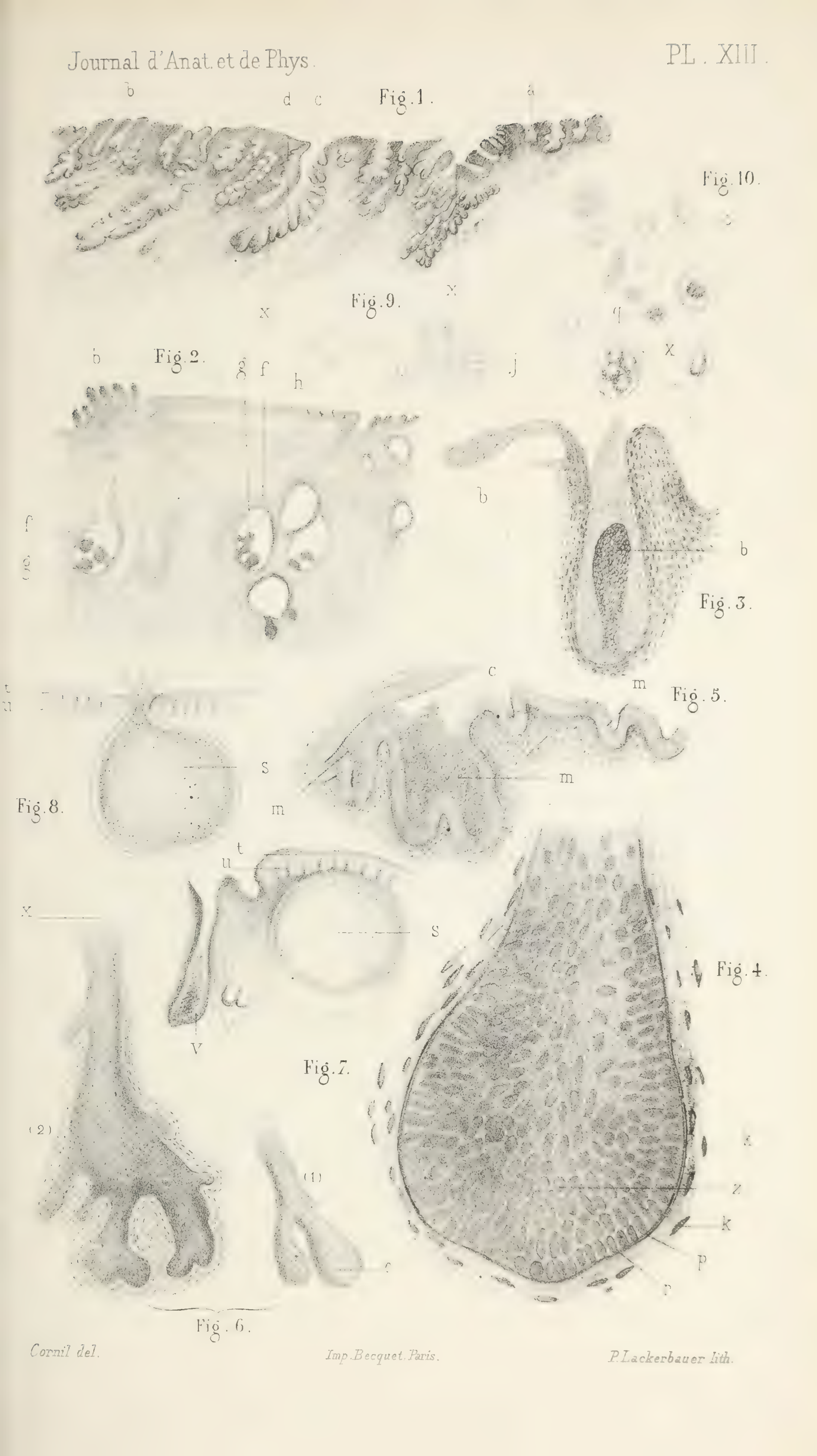
Luys del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Structure du Cervelet et mode de distribution des fibres pédonculaires.

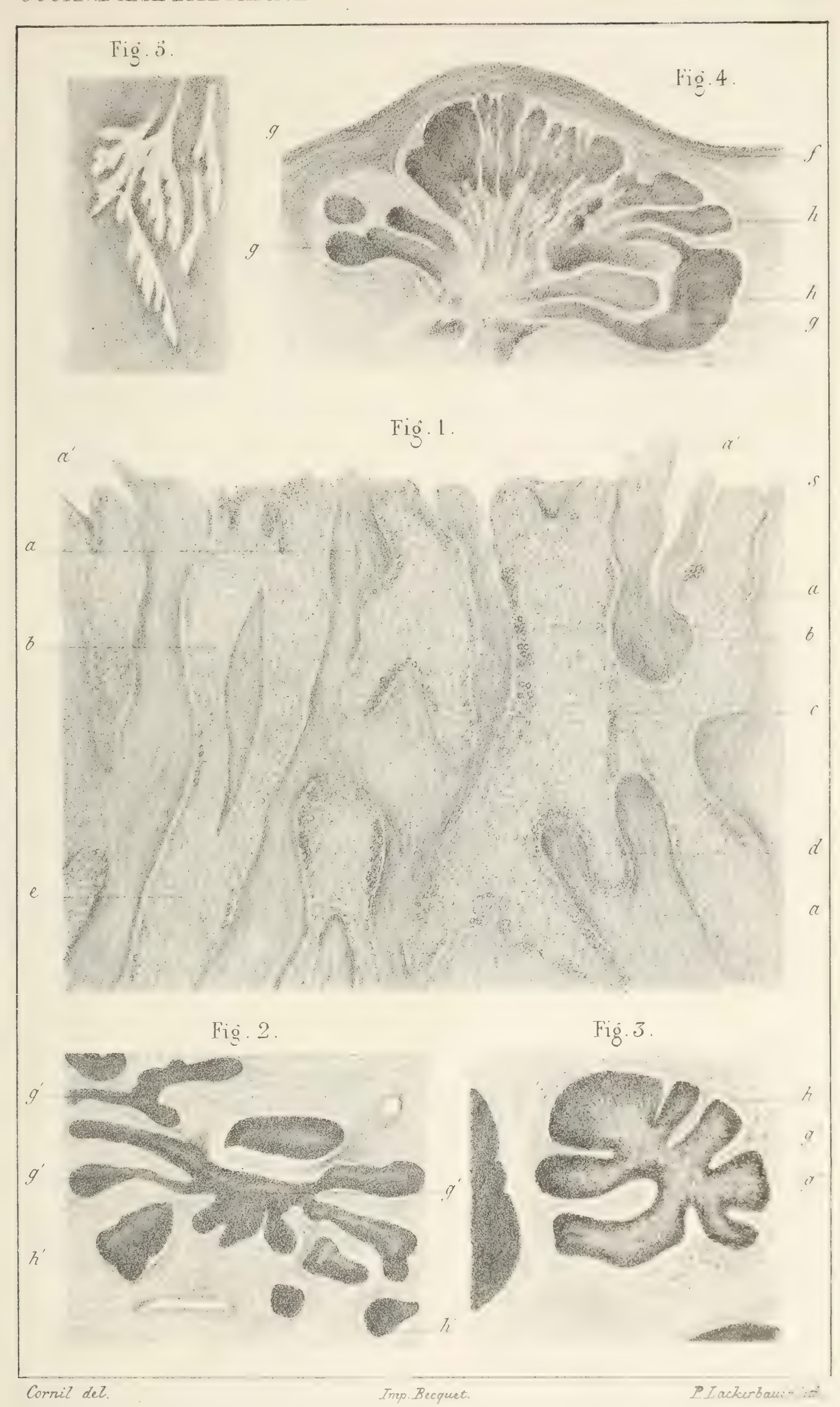


Doct. H. Jacquart ad nat. delin.t P. Lackerbauer lith.

Distribution des nerfs pneumogastriques dans les poumons d'un BOA CONSTRICTOR vus par leur face inférieure.

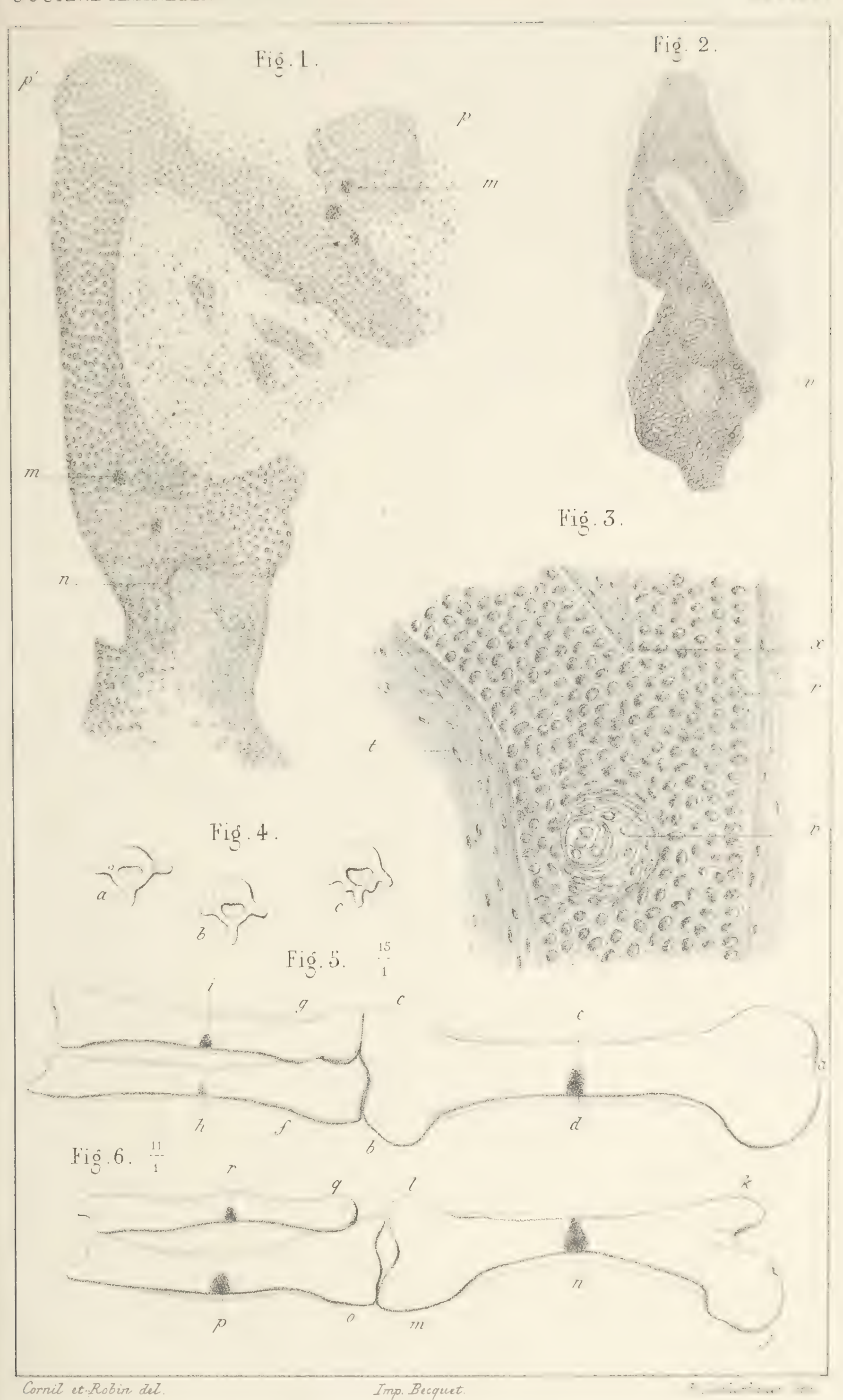


Cornil del. Imp. Becquet. Paris. P. Lackerbauer lith.



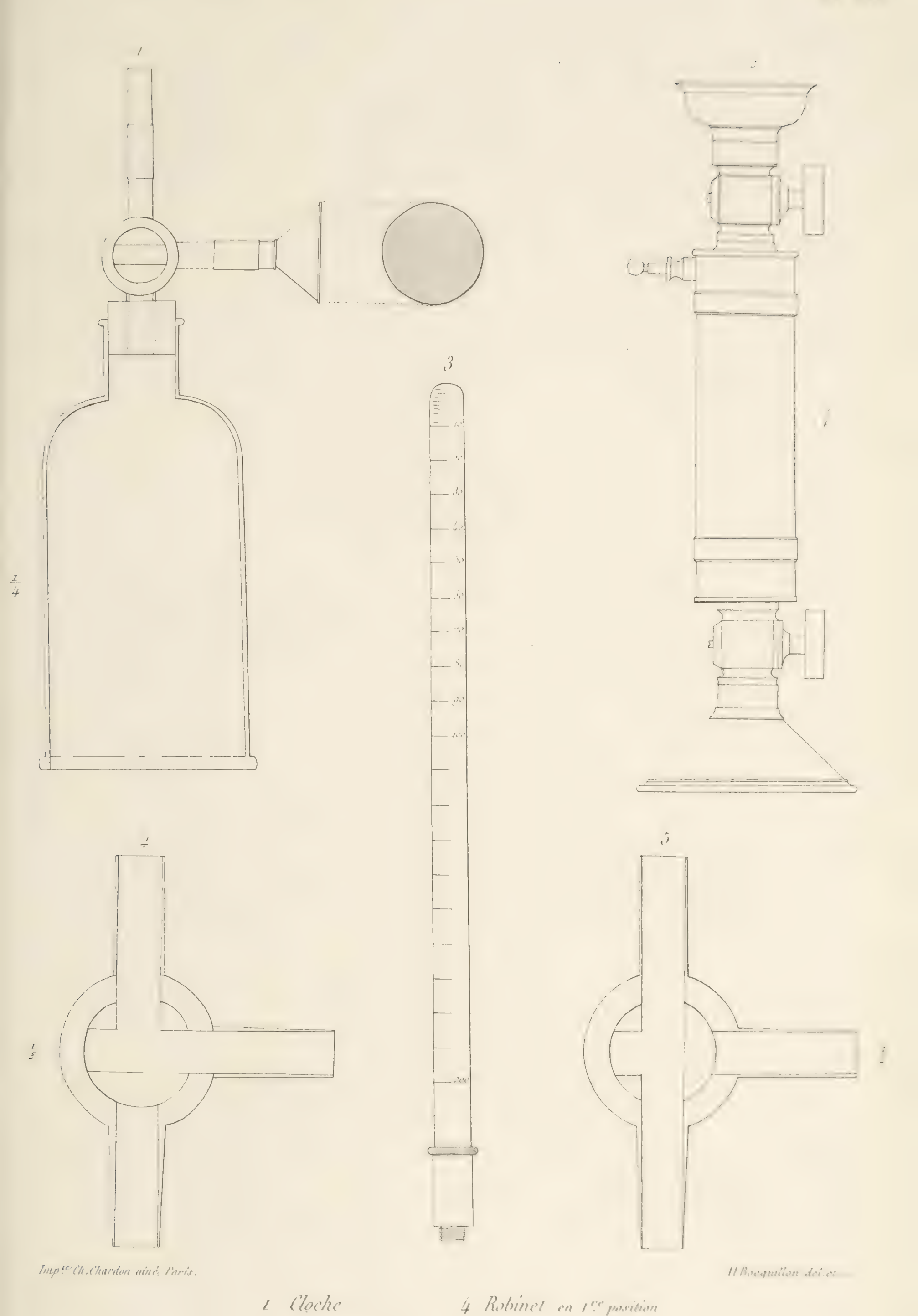
Cornil del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Cornil et Robin del. Imp. Becquet.

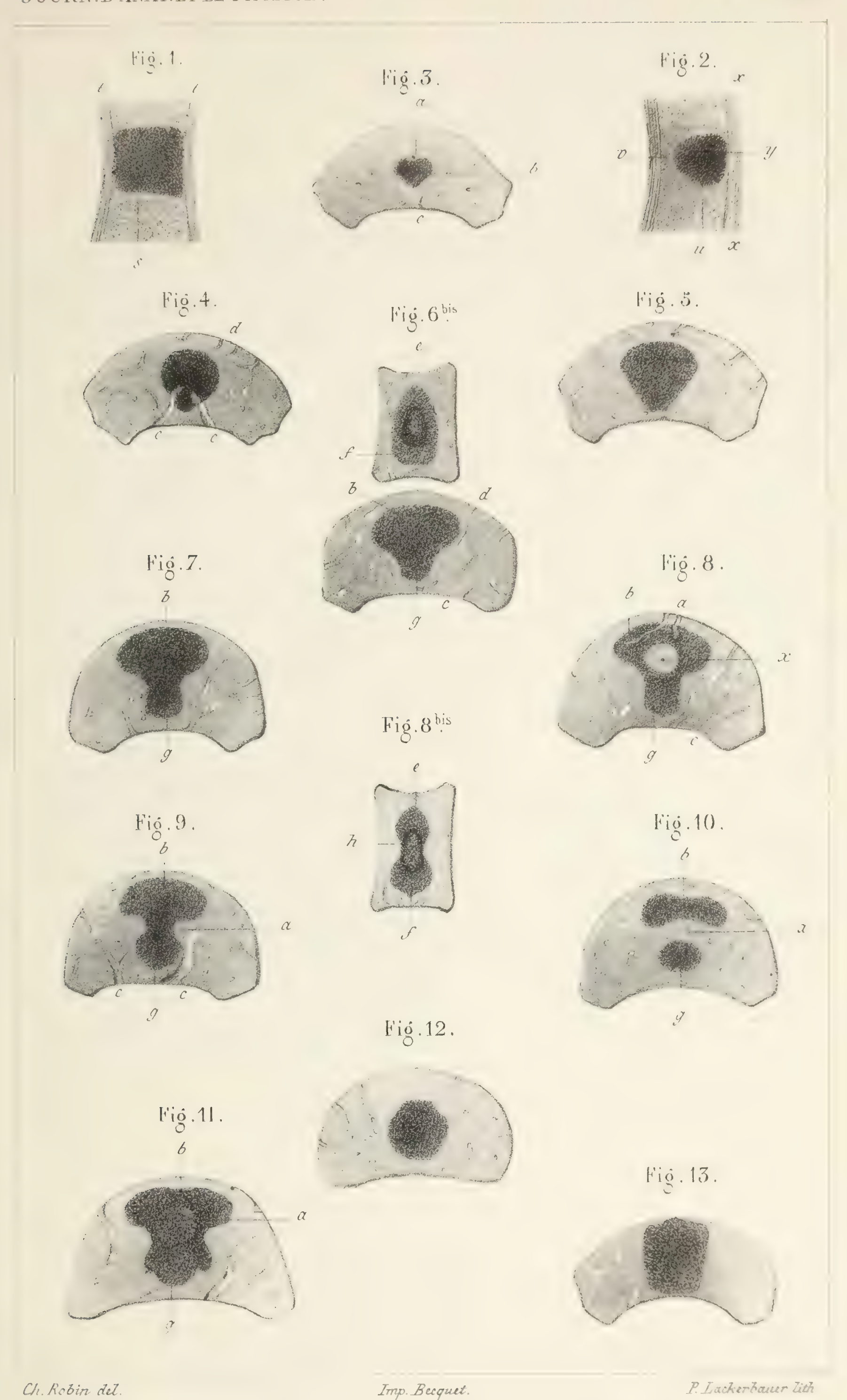
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Imp.ie Ch. Chardon ainé, Paris. H. Bocquillon del. et

1 Cloche
2 Eudiomètre
3 Tube gradué
4 Robinet en 1.re position
5 Robinet en 2.me position

Germer Baillière, Libraire, à Paris.



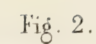
Ch. Robin del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

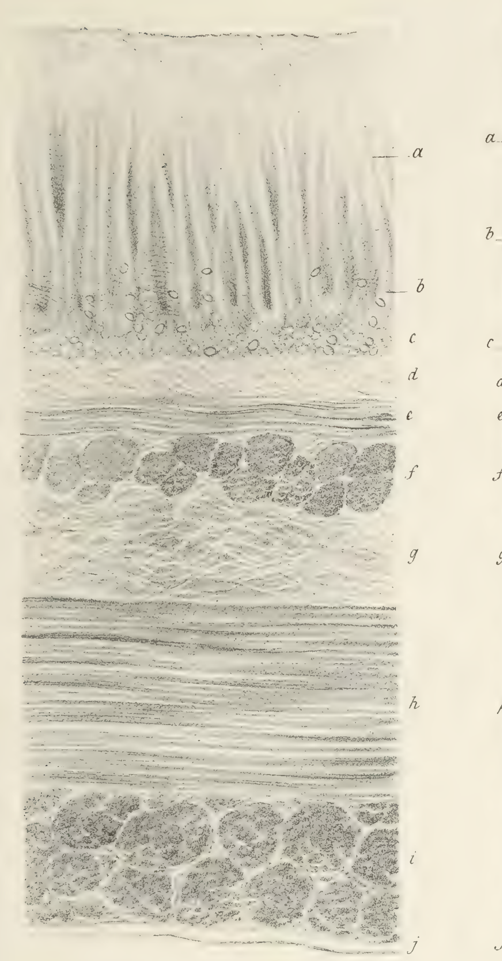
De l'Ostéogénie avec ou sans Cartilage préexistant.

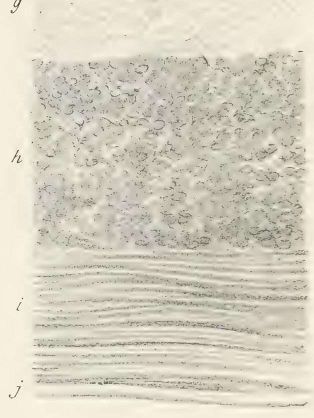
Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 1.

Fig. 2.







Coupe transversale.

Coupe longitudinale.

Randani del. Imp. Becquet. Lackerbauer lit.

Couche musculeuse sousmuqueuse de l'intestin des Mammifères.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

3

